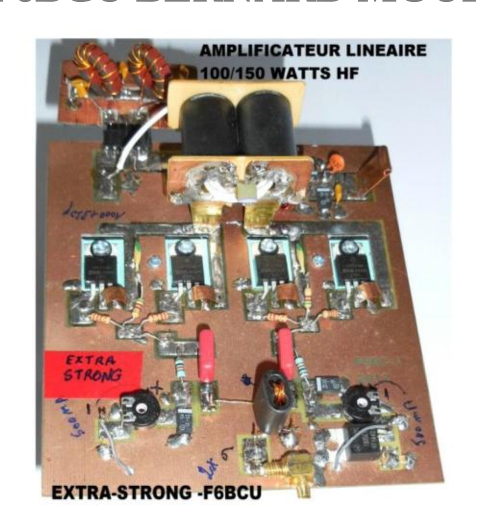
F6BCU BERNARD MOUROT





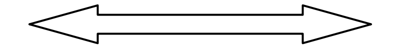
AMPLIFICATEURS LINEAIRES H.F.

TOME I

2019

EDITIONS DE LA LIGNE BLEUE

LISTE DES AMPLIFICATEURS LINEAIRES HF



LES RÉALISATIONS DE LA » LIGNE BLEUE »
LE SAVOIR-FAIRE RADIOAMATEUR

Amplificateur push-pull 20 mètres à « MOSFET » de puissance

Par F6BCU--Bernard MOUROT Radio-club de la Ligne bleue

1ère partie

Depuis plus de 10 ans les ***MOSFET*** *de puissance sont largement utilisés dans l'industrie à des fins industrielles : commande, commutation etc. Des radioamateurs expérimentateurs ont testé ces* ***MOSFET*** *de puissance avec succès ; quelques schémas de réalisations pratiques d'amplificateurs de puissance en décamétrique ont vu le jour mais restent rares, car cette technologie demeure mystérieuse car peu vulgarisée. Le premier montage pratique d'amplificateur linéaire push-pull à* ***MOSFET*** *de puissance qui délivrent plus de 50 watts HF de 1.5 à 30 MHz apparaît dans le »* ***Handbook de l'ARRL »*** *en 2001 avec une recommandation spéciale sous la plume du Rédacteur en chef c'est le* ***« TOP »*** *en photo sur la couverture du manuel. La construction de l'amplificateur est signée par WA2EBY.*
Le paradoxe est que les fabricants de matériel OM actuellement font un usage massif de ces ***MOSFET*** *de puissances dans les transceivers décamétrique et que le mystère plane toujours.*

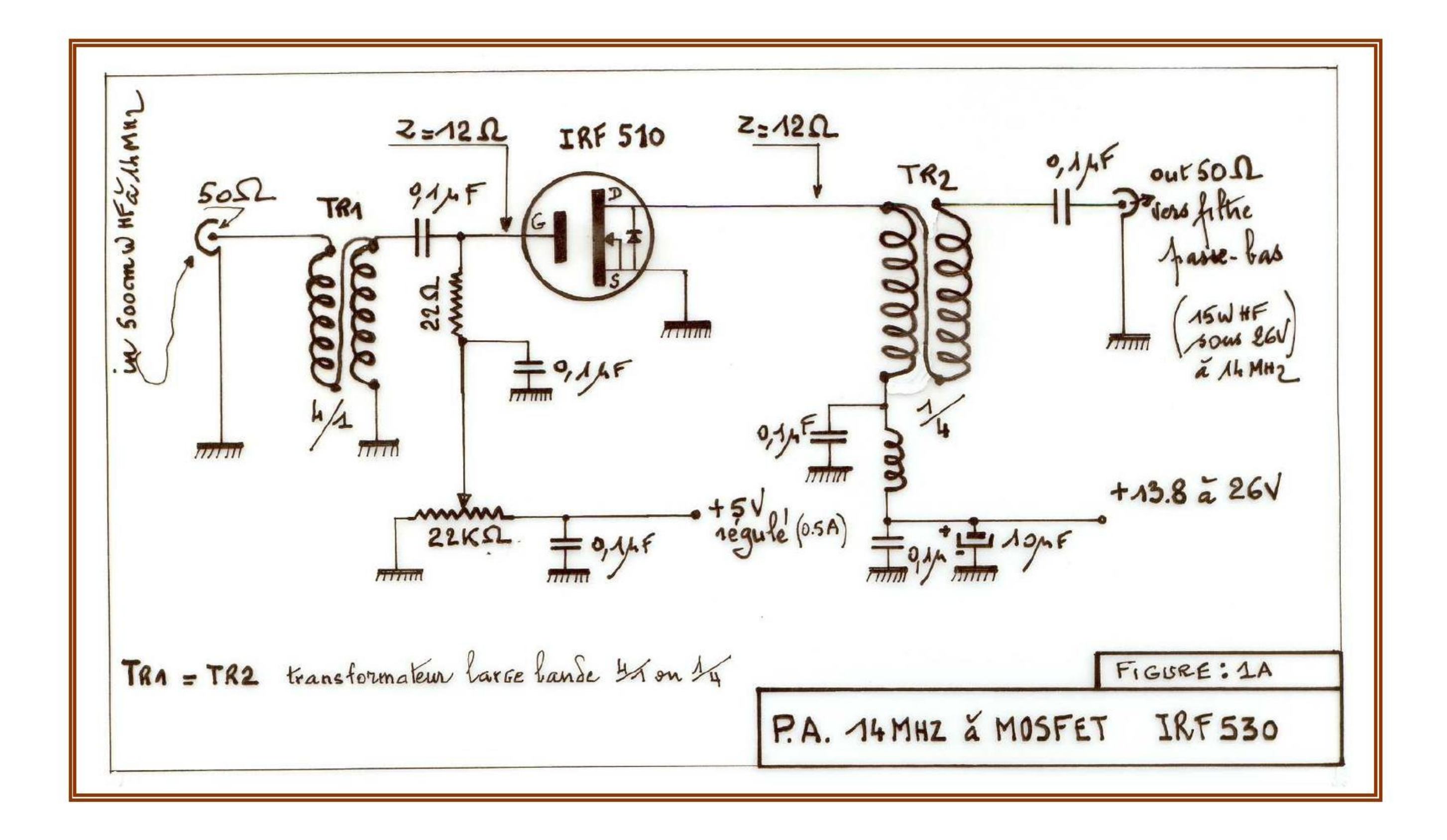
Courant juin 2003 lors d'un QSO avec « Michel : F5TN » sur 3668 KHz, celui-ci nous faisait part de l'acquisition d'une certaine quantité de transistors MOSFET de récupérations et nous approvisionnait ultérieurement de quelques spécimens pour essayer !
Entre-temps « Raymond : F5HD » animateur dans un radio-club du Nord de la Moselle nous décrivait sur les ondes une de ses dernières réalisations : un émetteur CW 80 m qui sortait 40 watts HF avec un **MOSFET** de puissance **IRF 530** alimenté sous 30 volts.
De discussions en discussions d'une part avec F5TN qui avait aussi construit un émetteur CW 80 m avec un IRF 530 mais alimenté sous 12 volts qui sortait plus de 10 Watts HF et d'autre part avec F5HD qui nous fit parvenir quelques schémas d'applications d'amplificateurs à MOSFET de puissance, nous entreprenions à notre tour, quelques essais et expérimentations sur ces MOSFET de puissance, en particulier sur le modèle IRF 530 vendu moins de 1.50 Euros.
Voici dans les lignes qui vont suivre, les résultats de nos observations sur l'utilisation de l'IRF 530 et l'application pratique que nous avons pu en faire dans le domaine de la télégraphie :

- l'augmentation considérable de la puissance de sortie d'un émetteur d'origine CW/QRP,
- la parfaite reproductibilité du montage, enfin un P.A. pour un prix très raisonnable,
- l'approvisionnement facile en composants électroniques,
- la version grand public de ces composants électroniques.

Pour l'avenir ce type d'amplificateur trouvera une magnifique application en SSB là où la construction amateur butait sur les critères de reproductibilité d'un bon PA décamétrique, l'approvisionnement en transistors de puissances trop chers et fragiles et de tores en ferrite à caractéristiques inconnues ou inaccessibles commercialement en France.

Montage de base : amplificateur avec 1 x IRF 530 (P.A.)

Figure 1A



Les MOSFET de puissance pour celui qui ne les a jamais manipulés semblent bizarres il y a là dedans du **FET**, transistor à effet de champ, et le blablabla de leurs utilisateurs privilégiés,(ténor du carnet de chèques) du genre « super truc, le nec le plus ultra » réservé à l'élite de 1ère classe.

Détrompez-vous, ces **MOSFET** fonctionnent exactement comme des transistors NPN. Si la GATE est réputée sensible aux effets statiques lors des opérations de soudage (fer à débrancher et connexion de masse obligatoire), ils ne rendent pas l'âme à chaque soudure, ils sont très résistants, de ce côté pas d'inquiétude.
L'amplification large bande requiert quelques dizaines d'ohms d'impédance sur la GATE.
Une résistance de 22 Ω et découplage à la masse par condensateur de 0.1µF fixent l'impédance moyenne d'entrée (voir figure 1A). Bien entendu une polarisation positive de l'ordre de + /- :
+ 3.66 Volts appliquée sur la GATE déclenche un courant de repos ajustable par la résistance de 22 KΩ connectée à + 5 Volts régulés issus d'un 7805, le courant traversant le régulateur est de quelques mA. Ce courant de repos varie suivant l'auteur du montage. Si l'auteur allemand préconise 200 mA de courant de repos DRAIN pour l'IRF 530, aux USA 20mA semblent la règle.

De notre côté voici quelques chiffres :

Si le courant de repos est de 20 mA excité sous ½ W HF l'IRF 530 va sortir 3.5 watts HF sous 13.8 Volts.
Avec 200 mA sous 13.8 Volts, nous sortons 4.5 W HF mais cela chauffe et la variation thermique se manifeste lentement, mais sûrement dans les 10 minutes suivants nous montons à 230 mA environ.

Bien entendu travaillant en CW. Sous 26 volts l'IRF 530 va sortir plus de 15 Watts HF mais le courant de repos peut monter à 300mA. Nous préconisons un compromis fixer le courant de repos à 100 mA.

Impédance de la GATE

Dans le montage de la figure 1A nous attaquons sous 50 Ω et un transformateur large bande de 4/1 abaisse l'impédance de la GATE à 12.5 Ω. La valeur de la résistance de GATE est de 22 Ω cette valeur est un juste compromis.

Quelques chiffres :

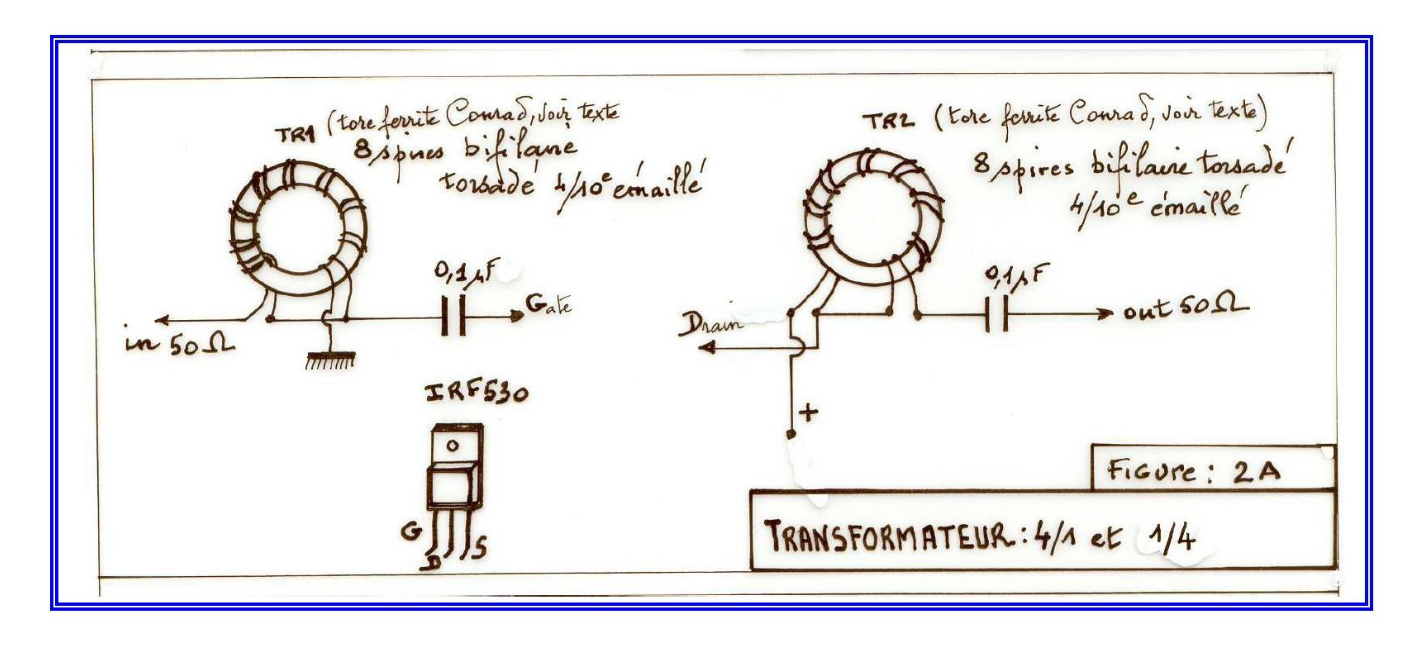
Si nous remplaçons la résistance de 22 Ω par 12.5 Ω cela fonctionne parfaitement mais nous perdons du gain. Pour un IRF 530 alimenté sous 13.8 volts la puissance de sortie sera de 3 W HF ; avec 22Ω nous arrivons à 4.5 W HF, avec 27 Ω la puissance passe à 6 watts HF mais le transistor présente une tendance à auto-osciller légèrement (trace de HF en l'absence d'excitation). Mettre une self de choc à la place de la résistance désadapte l'impédance côté DRAIN et impossible d'avoir 50 Ω en sortie et un ROS voisin de 1/1 dans le circuit côté antenne. Nous déconseillons la self de choc.

Impédance du DRAIN

Côté DRAIN nous avons une impédance de sortie d'environ 10 à 12 Ω et le transformateur de rapport 4/1 large bande avoisine les 50Ω en sortie. Bien entendu un filtre passe-bas est nécessaire. Si nos essais se sont concentrés sur le 14 MHz c'est que nous possédions tous les ingrédients nécessaires pour bien mener nos mesures. Ainsi que quelques exciters QRP/CW bien adaptés et d'impédance connue délivrant ½ watts HF sous 10 à 15 Ω d'impédance.

Boucler l'impédance de GATE par une résistance entre 10 et 22 Ω permet un fonctionnement stable à long terme.

LES TORES 4/1 et ¼ figure 2A



Les TORES utilisés sont d'origine de la série AMIDON made in USA 37/43 ou 50/61 en entrée .

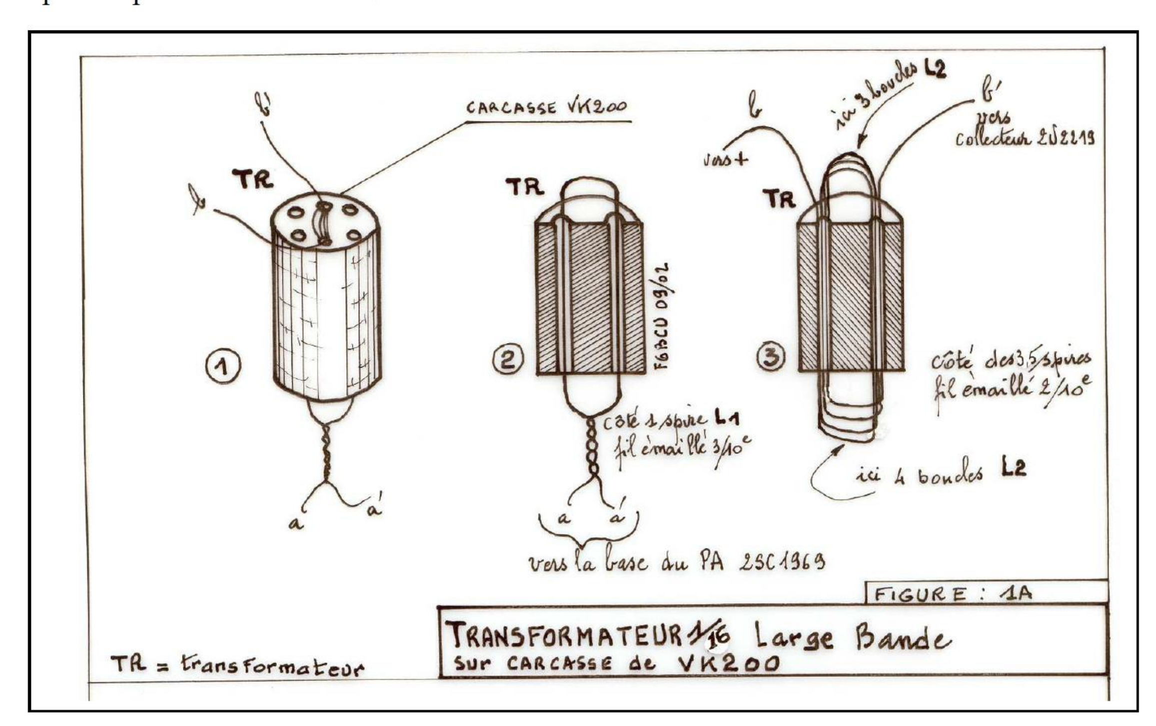
Un seul Tore côté GATE et aussi côté drain pour sortir 4 à 5 watts HF pour ½ Watts HF de Drive, donc 1 seule pièce est seulement nécessaire sous 13.8 V.. Mais sous 24 à 26 volts vous sortez de 14 à 16 watts HF et nous recommandons d'accoupler 2 tores en sortie Drain, ainsi ça ne chauffe pas.

Les TORES ferrite de France. Nous attirons votre attention sur les tores que l'on récupère sur les cordons d'ordinateurs, les mêmes sont diffusés dans le catalogue CONRAD (pub gratuit) nous avons sélectionné le modèle N°50 7997-33 de Ø extérieur 11 mm et d'épaisseur 9 mm ; il convient parfaitement à l'unité en entrée et sortie de 13.8 à 26 volts sans chauffer : son prix est de 0.75€ la pièce.
D'autres tores plus importants existent sur la liste disponible, notamment un modèle de Ø 18 mm et 10 mm d'épaisseur qui permet de sortir plusieurs dizaines de Watts HF sur décamétrique dont l'utilisation sera intéressante dans la 2ème partie avec le push pull de IRF 530.

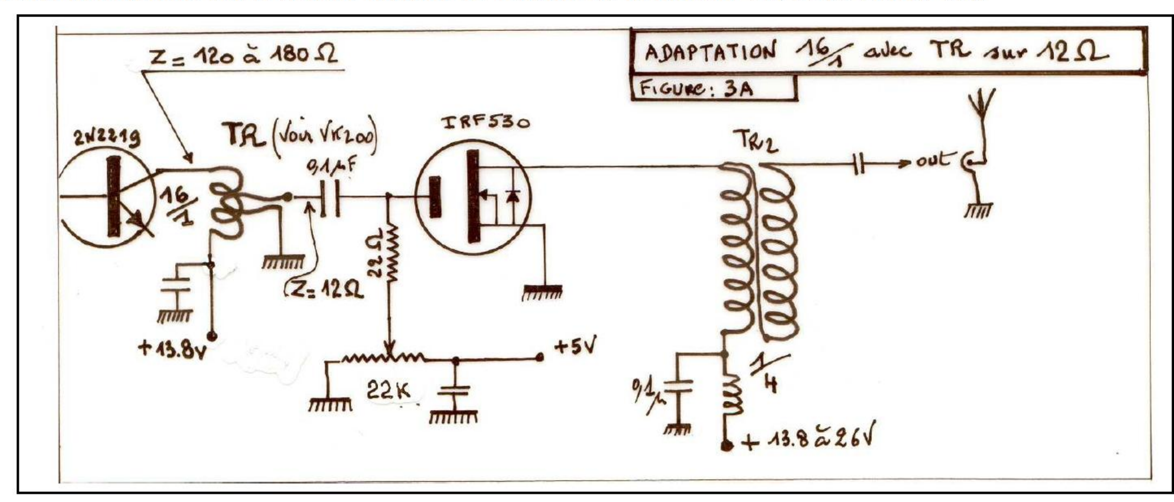
Nous ne pouvons omettre de rappeler l'adaptation des ferrites VK200 qui ainsi modifiées permettent aussi la fabrication simple de transformateur 4/1 et 16/1.

Transformateur 16/1 ou 1/16 :

Voici en rappel l'utilisation de la VK200 modifiée qui nous sert de transformateur de 16/1 dans l'adaptation parfaite entre un 2N2219 en classe A délivrant 0.5 watts HF et un IRF530 en PA .



Voici maintenant sur le dessin suivant le schéma de la liaison 2N 2219 et IRF 530



Sur la figure 3A précédente, nous avons un étage 2N2219 monté en driver classe A son impédance collecteur varie de 120 à 180 Ω suivant une longue série d'expérimentation nous avons retenu l'utilisation de la VK2OO modifiée du dessin « transformateur 1/16 large bande… » Que l'on parle de transformateur 16/1 ou 1/16 c'est le même, mais il faut seulement voir de quel côté il est utilisé.
La bonne adaptation des impédances entre sortie collecteur de 2N2219 et entée GATE de l' IRF530 est impérative ; toute désadaptation fait monter le ROS en sortie côté antenne. Un autre élément entre dans l'adaptation des impédances, nous en parlerons plus dans la 2ème partie, il s'agit de la résistance de charge de « l'Emetteur » du Driver 2N2219 à prendre aussi en compte.

Construction

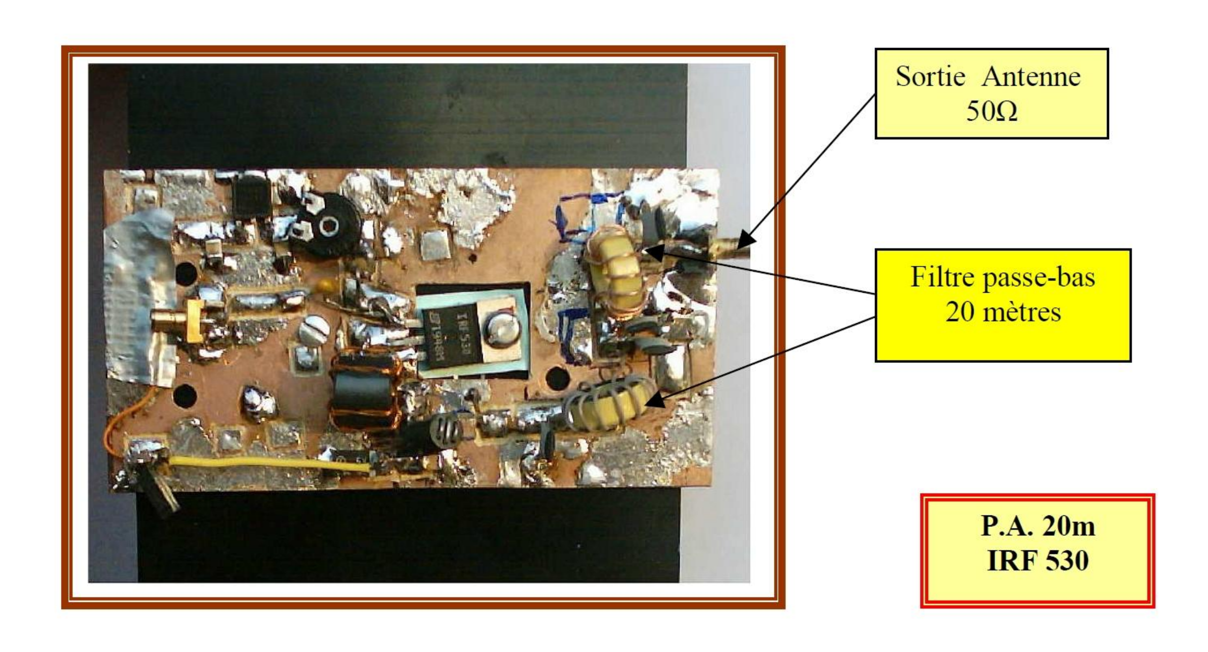
Un ampli équipé d'un seul IRF 530 fonctionne du 1er coup attention ! il fonctionne en classe AB ça chauffe un peu sous 26 volts mais avec ½ watts HF vous sortez 14 à 16 watts HF le gain 30 fois environ 14 dB, le rendement 38 % . Le radiateur doit faire au moins 10 x 10 x 2.5 cm en CW. Quant à l'intensité c'est 2.5 Ampères. Le circuit cuivré époxy fait 5 x 10 cm, l'ensemble des composants est câblé sur des îlots isolants détourés à la fraise ou sur des pastilles collées à la cyanocrilate (Glue 3).

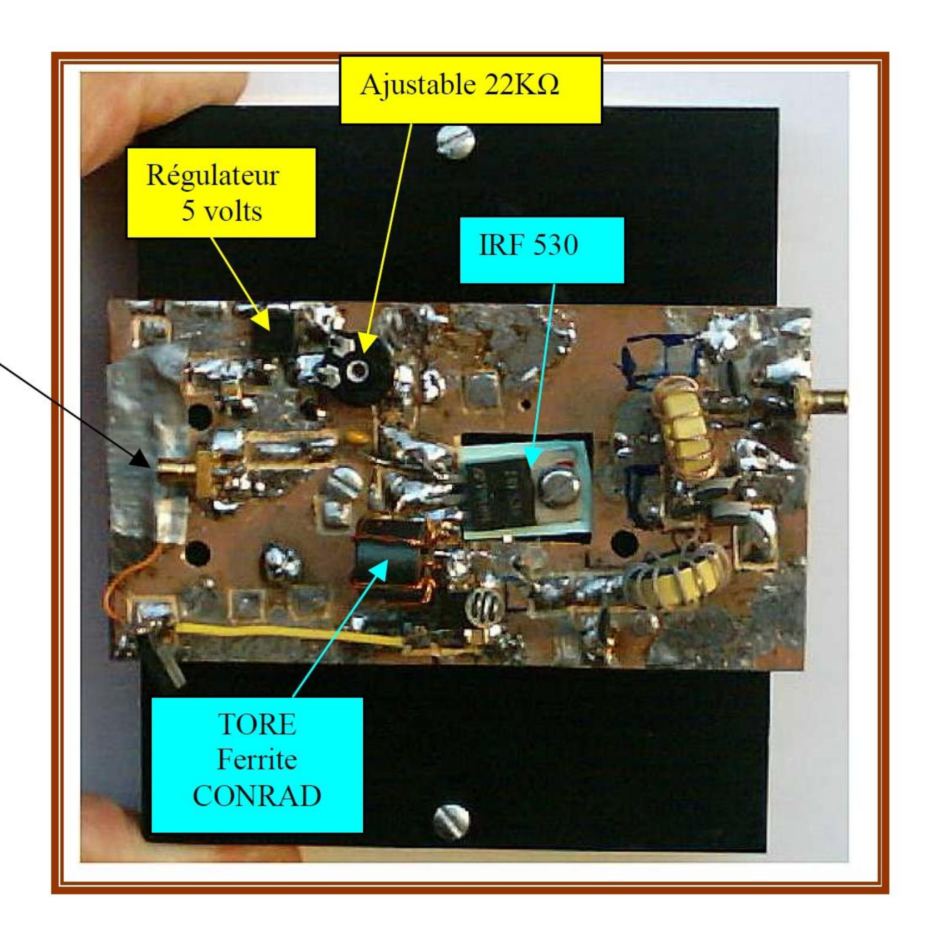
Conclusion

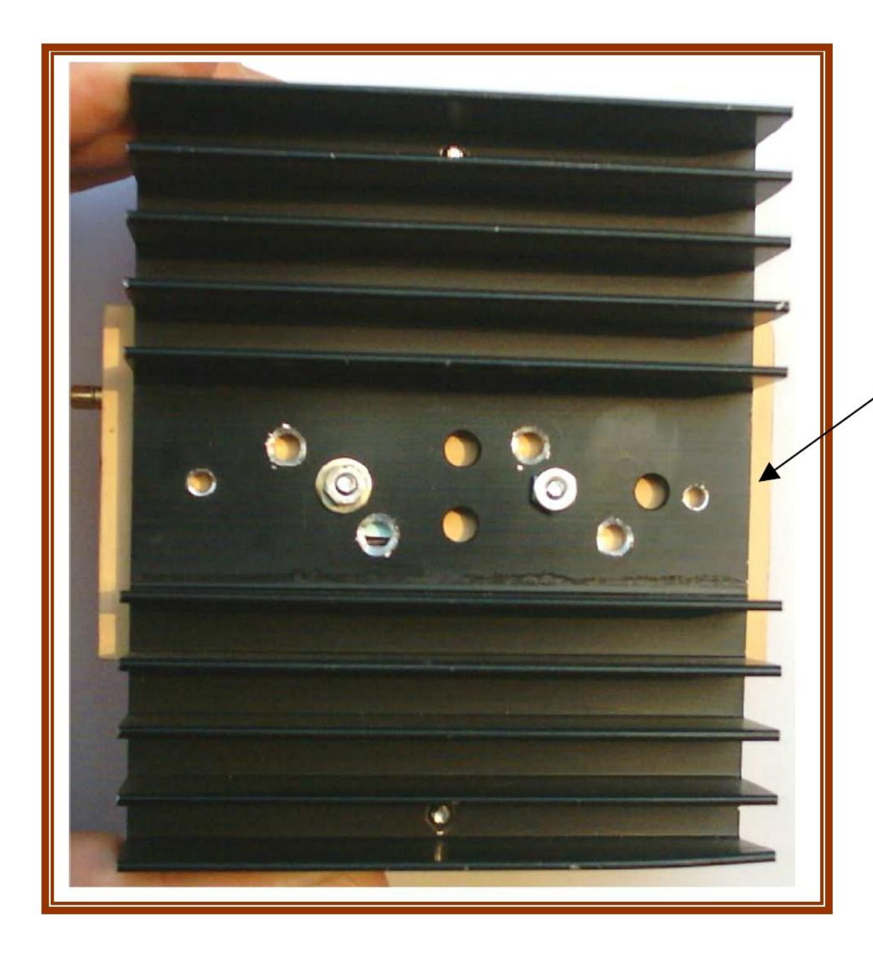
Ce montage est simple à construire la puissance relativement importante pour un prix de revient très faible ; moyennant quelques précautions avec 1 watts HF d'excitation, 30 Watts HF sont produits ; avec 1.5 Watts et 30 Volts, 40 watts HF sur 20 m sont disponibles.

Nous nous sommes cantonnés à une puissance raisonnable simplement en doublant la tension du Drain passant de 13.8 V 4 W HF à 26 volts 15/16 Watts HF, l'amplificateur en classe AB est parfaitement linéaire. Le filtre passe bas sera décrit à la fin de l'article de la 2ème partie.

Dans la 2ème partie nous allons étudier la construction pratique d'un push pull de 2 x IRF 530 ; de nombreuse photographies en couleurs vous détailleront la construction. Ce montage présente un gain fabuleux de 50 fois ou 17 dB, avec ½ W HF c'est 25 watts HF sous 26 volts sur 20 m.




Ajustable 22KΩ
Régulateur 5 volts
IRF 530
Entrée directe Sous 12 Ω
TORE Ferrite CONRAD


Gros Radiateur 10 x10 cm

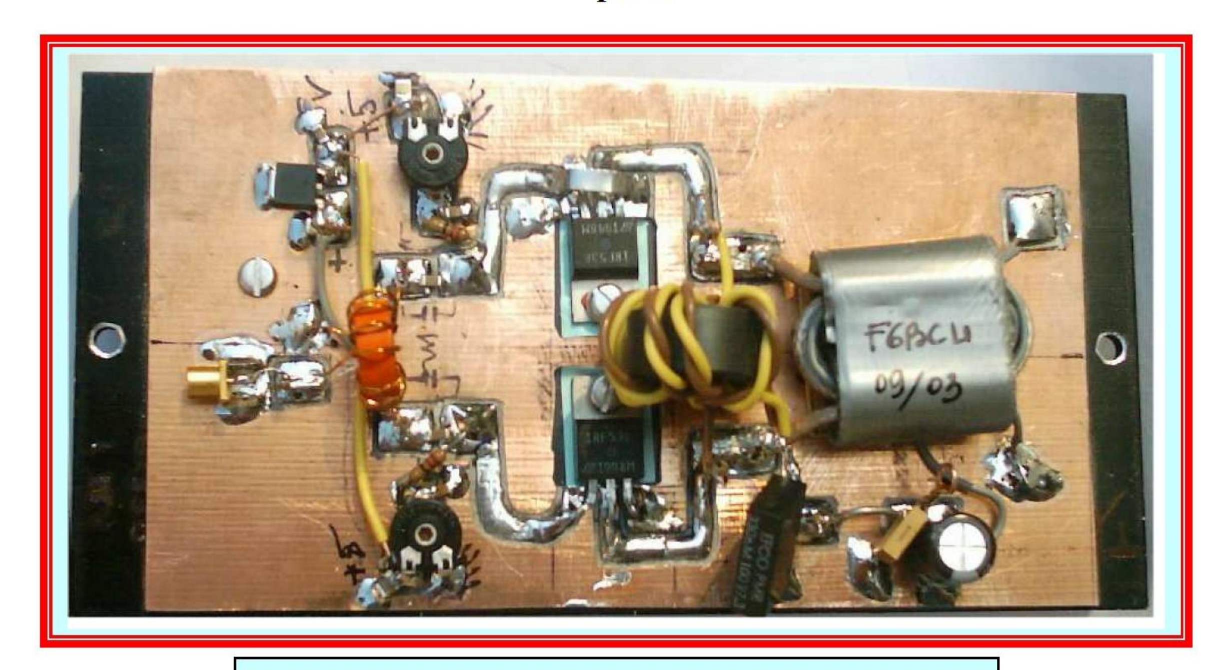
Nouvelle édition du 2 septembre 2003
Bernard MOUROT F6BCU – REMOMEIX 88100
RADIO-CLUB DE LA LIGNE –BLEUE (association 1901)

LES RÉALISATIONS DE LA » LIGNE BLEUE »
LE SAVOIR-FAIRE RADIOAMATEUR

Amplificateur push-pull 20 mètres à « MOSFET » de puissance

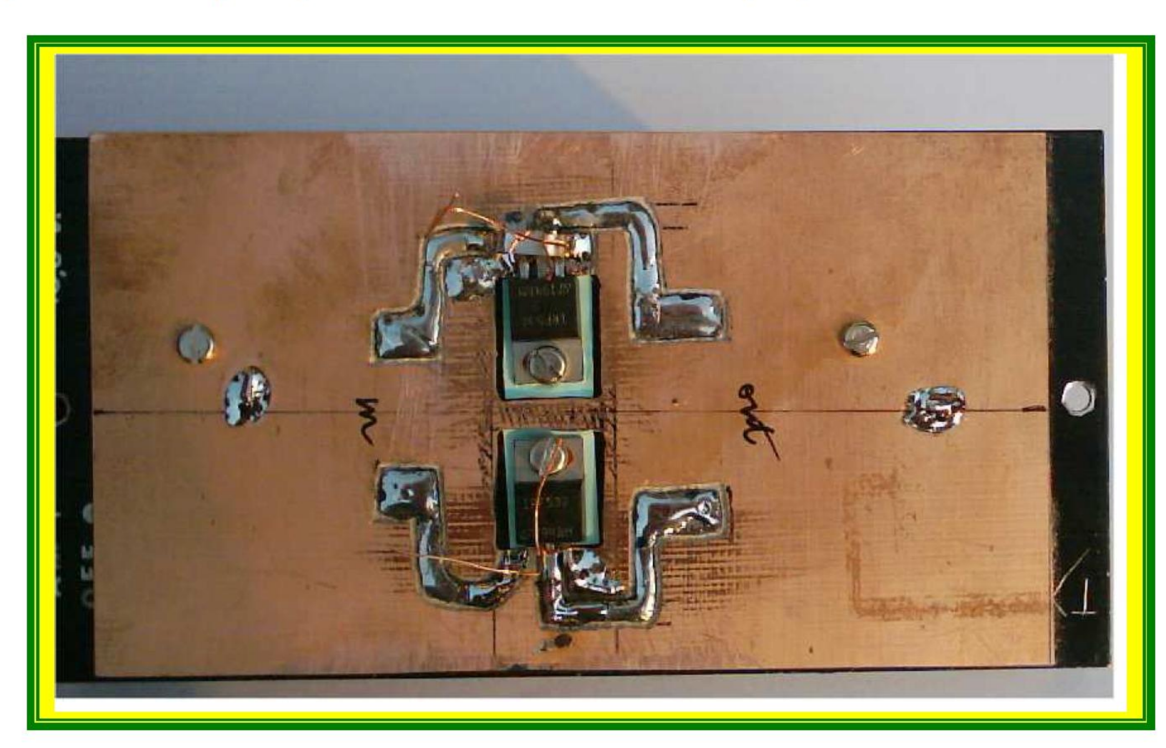
Par F6BCU--Bernard MOUROT Radio-club de la Ligne bleue

2ème partie



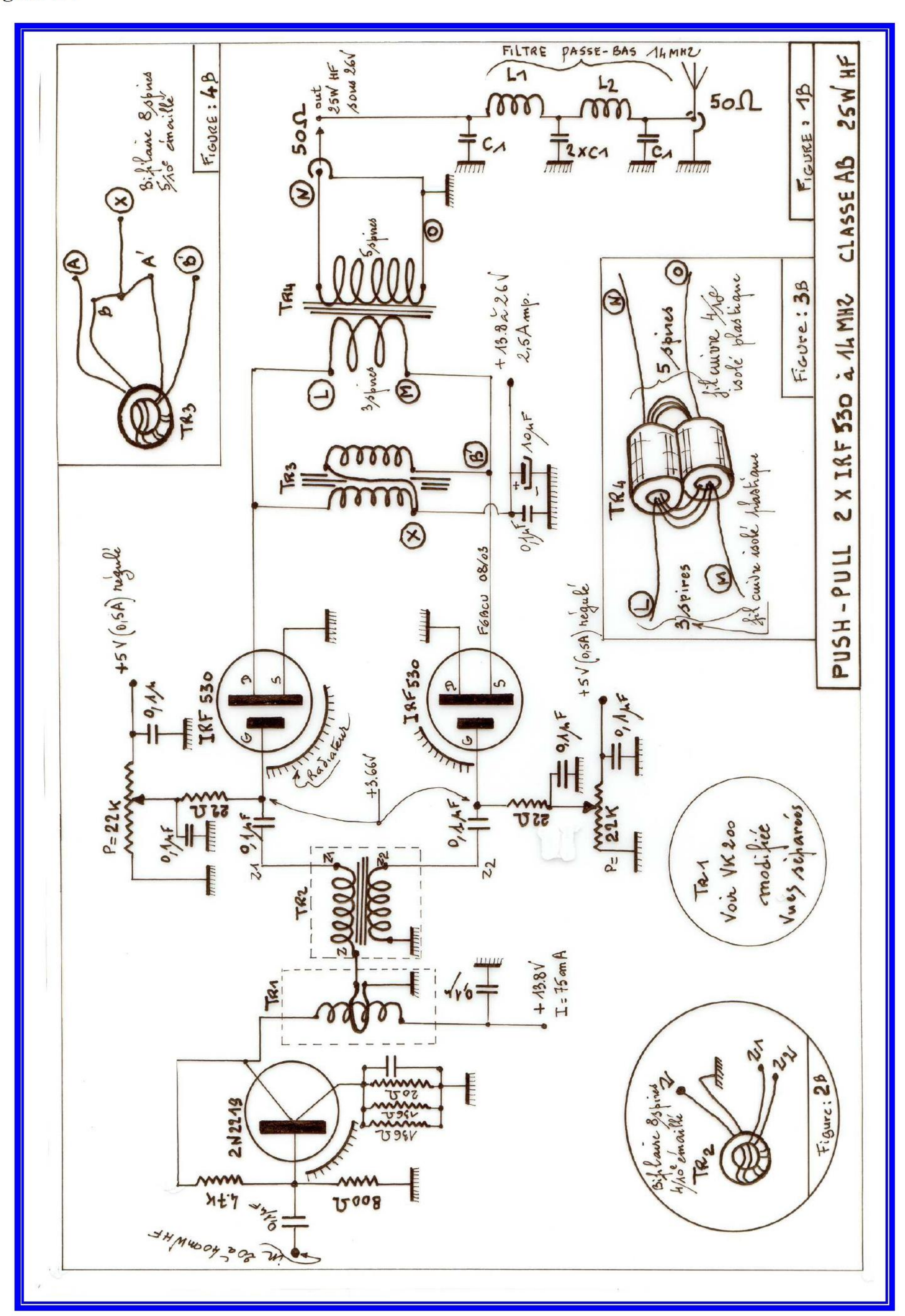
Amplificateur de puissance 2 x IRF 530 en push pull bande 20 mètres

Afin de bien comprendre le montage voici comment sont disposés les 2 MOSEFT de puissance en push pull sur le circuit en cuivre époxy.



Montage de base : amplificateur avec 2 x IRF 530 (P.A.)

Figure 1B



Nous avons étudié le montage push pull décamétrique paru en 2001 dans le « Radioamateur Handbook de l'ARRL-USA » les MOSFET de puissance utilisés sont des IRF 510, transistors voisins des IRF 530 ; pour tous la fréquence de coupure se situe aux environ de 100 MHz.

LE SCHÉMA

Le schéma proposé par l'auteur de l'article WA2EBY ne diffère peu de celui que nous vous présentons : **figure 1B.**
Les problèmes rencontrés ne sont pas dus aux transistors eux-mêmes, mais aux adaptations des impédances d'entrée côté Gates et sortie côté Drains. C'est à ces niveaux que notre montage diffère.

Circuit d'entrée des IRF530

Les transistors MOSFET de puissances sont montés en push pull et sont excités en HF au travers d'un circuit symétriseur présentant deux enroulements en opposition de phase appliqués sur chaque Gate d'un IRF 530. Ce circuit large bande comprend 8 spires de bifilaire enroulé sur un tore 37/43 Amidon, mais qui peut-être facilement remplacé par le tore Conrad de Ø 11mm épaisseur 9 mm développé dans la première partie (fil de 4/10ème de mm émaillé).
Le signal HF est injecté directement du Driver 2N2219 sur les Gates avec une adaptation d'impédance correcte qui est expliquée dans la suite de l'article.
Quant au DRIVER 2N2219 il est excité sur sa base directement sous 50 Ω avec 30 à 40 mW de HF.

Circuit de polarisation des GATES

La polarisation est faite sur chaque GATE séparément : amener le courant de repos du collecteur à environ 100 mA par Gate et relire la première partie de l'article à ce sujet.

Circuit alimentation des DRAINS

Le circuit d'alimentation des Drains sous 13.8V se fait individuellement en opposition de phase par chaque branche d'un transformateur spécial réalisé par 8 tours de bifilaire 5/10ème de mm émaillé ou isolé plastique sur un empilement de 2 tores 37/43 ou un seul tore Conrad Ø 11mm épaisseur 9 mm.

Adaptation d'impédances côté GATES

L'étude précédente avec un seul IRF 530 démontrait que l'adaptation correcte des impédances de sortie du DRIVER ici un 2N2219 assurant la liaison avec la GATE d'un IRF 530 était une partie de la clé du bon fonctionnement du circuit de sortie côté DRAIN avec un ROS antenne très faible 1.1 à 1.2/1.sous 50Ω . Pour un transistor nous avions une impédance de 12 à 12.5Ω côté GATE et un transformateur abaisseur de 16/1 dans le collecteur du 2N2219.

La particularité du push pull est l'addition des impédance en entrée pour une paire D'IRF 530 nous obtiendrions 20 Ω sur les GATES, impédance voisine en sortie sur les Drains.

L'expérimentation démontre que le transformateur 16/1 présente encore le meilleur compromis d'adaptation. Dans un enroulement nous avons 3.5 tours de fil, dans l'autre 1 spire.
Mettre 2.5 spires d'une part et 1 spire de l'autre fait monter le ROS en flèche dans le circuit de sortie. Dans le sens inverse augmenter vers 4.5 spires et 1 spire fait perdre de la puissance l'impédance d'entrée baisse considérablement.

Après bien des essais il nous restait encore le problème inhérent à la résistance en série dans l'émetteur 2N2219 du DRIVER. Encore une fois l'expérimentation démontre qu'une valeur entre 15 et 20 Ω est correcte. Ensuite il y a d'autres paramètres : le débit du transistor pour le maintenir avec une impédance de charge constante, seule la classe A sous 13.8 V et 75 ma présente encore une fois la meilleure adaptation avec une puissance de sortie de 0.5 W HF. Cette puissance est celle que nous préconisons sur nos QRP et sortir 4 à 5 Watts HF avec un PA QRP bien réglé et filtres passe–bas ad-hoc sont corrects.

Pour terminer sur l'adaptation du Driver certain constructeurs mettent une résistance de 10 à 39 Ω en série avec le collecteur en sortie côté froid au niveau du découplage, histoire de freiner et limiter la consommation du Driver. L'insertion de cette résistance désadapte encore une fois l'impédance et le ROS en sortie PA monte dangereusement.

Voici maintenant le point le plus délicat du montage le transformateur de sortie, l'adaptation des impédances et le choix des ferrites.

Adaptation impédance côté DRAINS du P.A.

Le schéma du montage push pull de 2 x IRF 510 du Hand book 2001 préconise un rapport de transformation en sortie de 2 /3 avec une grosse ferrite type symétriseur à 2 trous. Un tel composant est introuvable en France alors il faut encore une fois se servir du **Système D.** qui reste toujours l'expérimentation.
Côté entrée transfo push pull pas de problème nos tores du premier montage (1ère partie) fonctionnent correctement. Nous avons essayé pour le circuit de sortie différents **TORES** le meilleur rapport de transformation avec les IRF 530 est de 3/5. Observer la figure 3B page 2 vous aurez tout compris : 2 Tores ferrites serrés côte à côte par un ruban adhésif font l'affaire.

Pour le circuit de sortie il faut se servir du tore Ø 18 mm et épaisseur 10 mm ; en prendre 2 et les disposer comme sur la figure : 3B. Pour des puissances vers 50 watts HF il faudra les doubler : 2X 2+2..

LES MESURES

Selon le « **Manuel du parfait radioamateur** » s'assurer sur charge fictive ou wattmètre sous 50Ω que la puissance de sortie est correcte ; nous ferons évidemment une lecture qui va indiquer une valeur où le ROS sera de 1/1. (bien souvent ça affiche n'importe quoi avec une impédance non conforme)
Nous rétorquerons c'est bien une fausse mesure. Alors passer sur antenne et vous allez rigoler : oui il y du ROS et tout risque d'exploser !
Par hypothèse si tout fonctionne correctement, insérer le filtre passe–bas 20 mètres et passer sur antenne. Ce sont des essais au réel ; d'abord nous travaillons sous 13.8 volts la puissance de sortie est de 10 watts le ROS 1.2/1 c'est correct. Passons à 26 volts le wattmètre bondit à 25 Watts la consommation est de 2.5 Ampères le ROS 1/1 à 1.2/1. Le rendement environ 38 %

REMARQUE DE L'AUTEUR :

Nos mesures sont faites sur 3 antennes différentes avec 3 systèmes de couplage et d'adaptation d'impédance et ça fonctionne correctement. Ultérieurement le Wattmètre confirme bien sur charge fictive 50 Ω la puissance rayonnée qui est presque identique à celle mesurée sur antenne.

Filtre passe-bas de sortie sur 20 mètres : entrée 50 Ω sortie 50 Ω

Vous avez deux solutions :
** La possibilité d'utiliser le filtre passe-bas décrit dans nos transceiver ou émetteurs QRP sur 20m, ce filtre est bobinés sur mandrin PVC électrique Ø 16mm, il fonctionne correctement. (les condensateurs sont identiques en valeur au filtre avec T50/6)

**Ou utiliser les tores AMIDON T50/6 suivant la figure 1B :
L1 = L2 = 10 spires fil 4/10ème émaillé (jusqu'à 25 W HF) au delà fil de 5/10ème.
C1= 220 pF (qualité céramique) ou plastique mylar.
Filtre également testé qui fonctionne correctement.

CONSTRUCTION DU P.A.

Des photographies en liminaire et en fin d'article détaillent la construction, le radiateur fait :
16 x 8 cm et les ailettes de refroidissement 2.5 cm de haut. Notre prototype groupe simplement les IRF 530. Le DRIVER est la partie d'un émetteur QRP séparé. Mais vous pouvez tout regrouper sur la même platine. La réalisation est dans le même type de fabrication que la description de la 1ère partie avec un seul IRF 530.

CONCLUSION

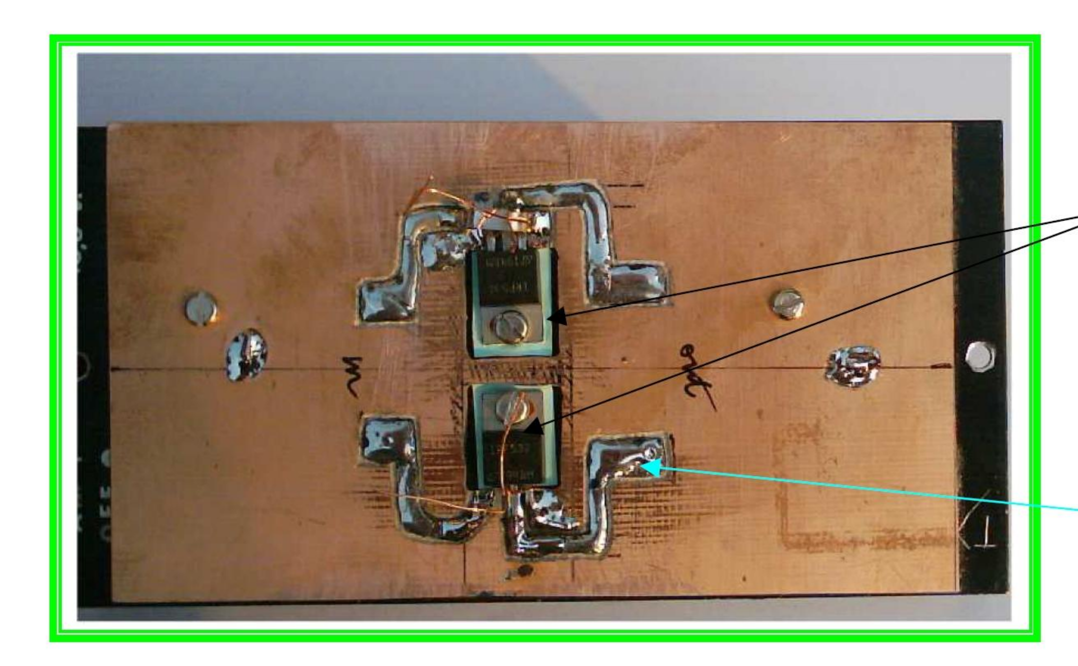
Le P.A. avec un push pull de IRF 530 délivre :

- 10 Watts HF sous 13.8 V avec une excitation de 0.5 W HF, gain de 30 fois ou 13 dB,
- 25 Watts HF sous 26V avec une excitation de 0.5 W HF, gain de 50 fois ou 17 dB.

Ce montage d'un petit prix, de performances étonnantes augure pour l'avenir de riches perspectives :
Son rendement est d'environ 38% , ça chauffe un peu, mais c'est une construction OM !
Voilà enfin ce qu'il nous manquait dans notre caisse à outils de radio, pouvoir monter en puissance d'une manière intelligente et s'il le succès de fonctionnement est déjà sur la bande 20 mètres, nous vous donnons ultérieurement, rendez-vous sur d'autres bandes, en SSB avec un autre P.A. MOSFET OM. Notre but prochain, sera de passer à 50 watts HF.

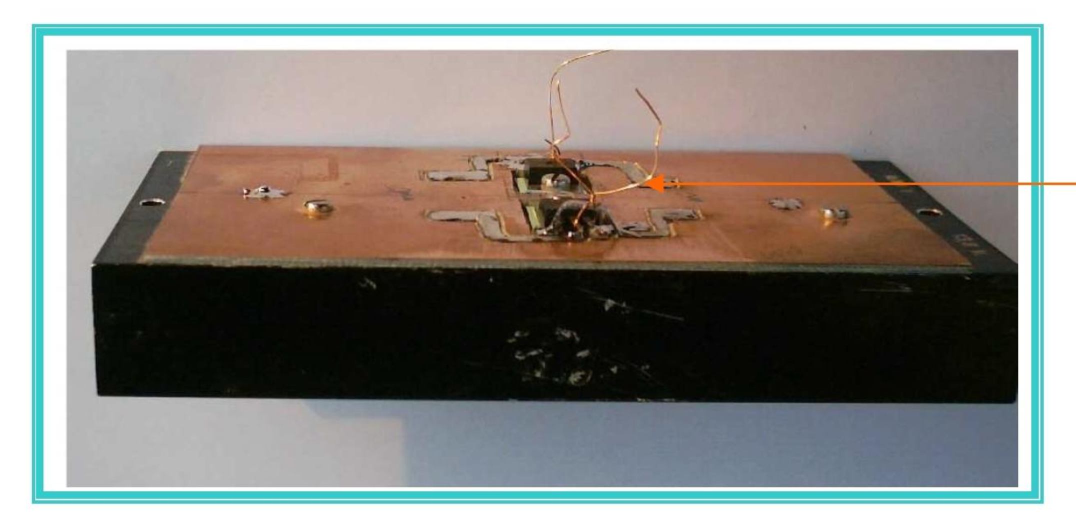
F6BCU n'est pas seul, une autre équipe travaille pour la Ligne bleue, réciproquement entre radio-clubs nous échangeons nos connaissances et le fruit de nos expérimentations profite : par la diffusion en Presse périodique et associative à l'ensemble de la communauté radioamateur de France.

PHOTOGRAPHIES DES CONSTRUCTIONS de P.A. Á MOSFET

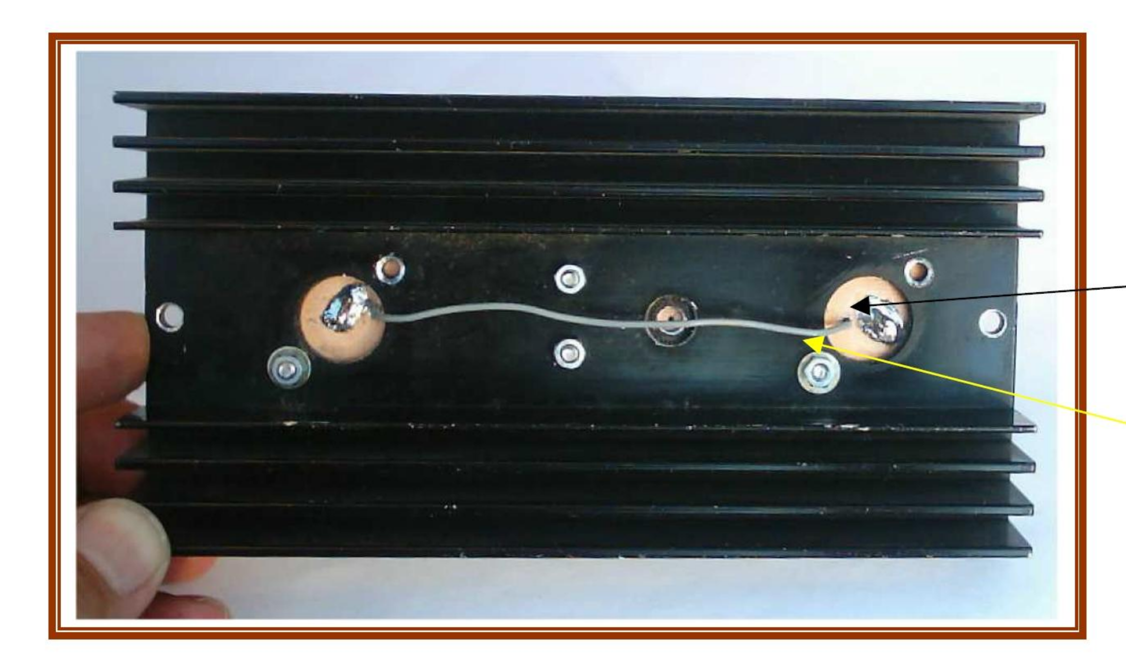


Les 2 transistors
En push pull

Préparation du circuit de câblage pistes détourées à la fraise et étamées



Fils protection du statique pour mettre les **Gates** à la masse

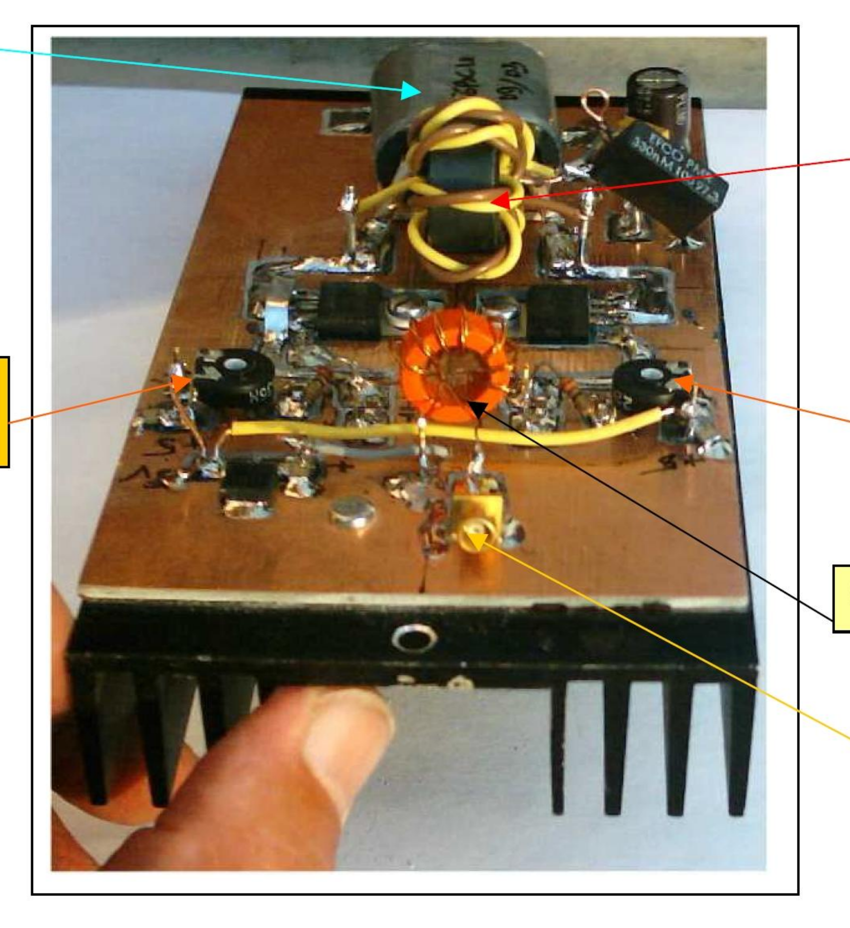


Un gros radiateur

Fil de retour du circuit de polarisation des Gates

Double Tore ferrite de sortie sous ruban adhésif

TORE bifilaire répartiteur de la tension sur les DRAINS en opposition de phase



Ajustable 22K polarisation

Ajustable 22K polarisation

Symétriseur

Entrée 12/15 Ω

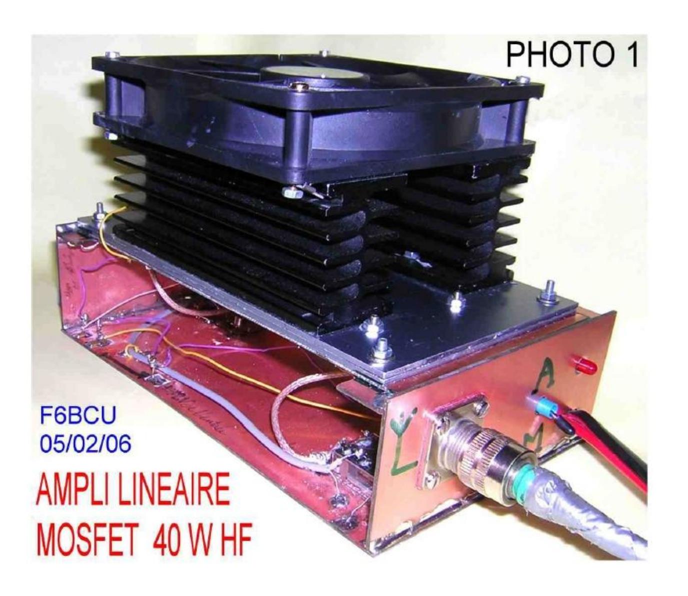
<u>Nouvelle édition du 3 septembre 2003</u>

Bernard MOUROT F6BCU – REMOMEIX 88100
RADIO-CLUB DE LA LIGNE –BLEUE (association 1901)

TURBO 40

Amplificateur linéaire mono-bande 40m à Mosfets
*** 30 à 40 Watts HF sous 13.8 Volts**

par F6BCU Bernard MOUROT -- Radio club de la Ligne bleue des Vosges
en collaboration avec F5HD M. Raymond KNAUB, Radio-club F6KFT
du Bassin Houiller de Lorraine



PHOTOGRAPHIE N° 1 : l'amplificateur TURBO 40

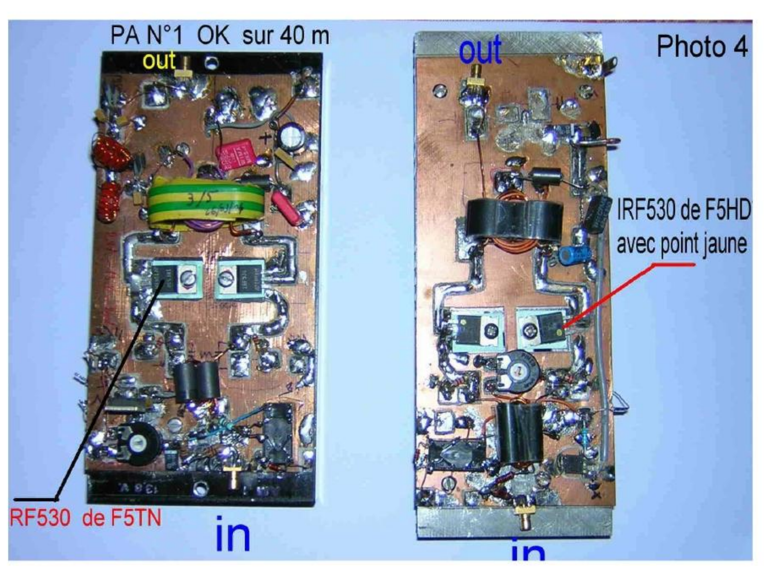
Vouloir trafiquer sur la bande des 40m avec un transceiver QRP SSB qui délivre de 1 à 4 watts HF est parfaitement possible. Nous avons fait de nombreux QSO sur cette bande en QRP avec notre BINGO 40 SSB Home made mono-bande qui sort 2 watts HF (il sera décrit prochainement dans la revue Mégahertz), mais certains jours c'est impossible. Aussi nous fallait-il trouver une solution élégante QRP ou QRO à volonté. Actuellement le marché du commerce de France rend disponible quelques transistors bipolaires émission d'origine CB de fabrication japonaise encore bons marchés, mais pas assez puissants à notre goût. Quant à la série émission des MRF 454, 455 etc… le prix en est exorbitant ; nous n'avons pas parlé des risques de destruction et du coût de remplacement.

Néanmoins existe encore un type de transistor peu coûteux à ce jour, le **Mosfet de puissance** à vocation industrielle dans la technique de la commutation rapide de haute puissance. Très peu connu dans la littérature radioamateur française, car les quelques rares montages décrits dans le domaine de l'amplification linéaire HF, n'ont jamais été à la hauteur des performances réelles à obtenir. On retrouve actuellement par le biais d'Internet son utilisation relativement timide dans les pays d'Europe centrale, du Nord et aux U.S.A. pour les moyennes puissances ; quant aux fortes puissances 300 à 500 watts en classe linéaire il existe quelques rares constructions OM.
Pour être bien clair, il s'agit seulement des constructions d'amplificateurs linéaires HF utilisant des Mosfets bons marchés à vocation industrielle de commutation rapide de puissance et non de Mosfets spéciaux d'émission encore très onéreux et d'un approvisionnement difficile en France.

Dès 2002 nous avions fait une étude expérimentale en amplification HF sur un type de Mosfet (IRF530) que nous avait conseillé F5HD M. KNAUB. Dans ses constructions et expérimentations

personnelles, F5HD avait déjà construit antérieurement à 2002 un amplificateur HF de puissance classe C avec un seul IRF 530 et sortait sous 30 volts 40 Watts HF avec en excitation d'entrée 1 watt HF. L'origine de ses constructions trouve sa source dans la revue allemande « Amateur Funktechnique et un article « VMOSFET sous la plume de DK7ZB martin Steyer.

Nous avons consigné en 2003 sur un CD nos travaux sur les amplificateurs linéaires avec le Mosfet IRF530 ; la base de nos travaux était articulée sur la construction de WA2EBY qui avait décrit dans le journal QST édition 2000 de l'ARRL un amplificateur à Mosfets IRF510, repris dans le Handbook édition 2001 de l'ARRL. Cet amplificateur linéaire couvrait de 1 à 30 MHz toutes les bandes radioamateurs et sortait en moyenne 50 watt HF par bande sous 24 volts avec 1 watt HF d'excitation.
Il serait souhaitable que la revue Mégahertz diffuse les 2 articles (avec schéma, photos en couleurs) relatifs à nos 2 amplificateurs fonctionnant sur 14MHz. L'un avec un seul IRF 530 et l'autre avec un push pull d'IRF 530
A titre indicatif le push pull sortait déjà plus de 10 watts HF avec 500 mW d'excitation sous 14 volts et plus de 25 Watts sous 24 volts.



PHOTOGRAPHIE N°2 : les 2 premiers prototypes de P.A. IRF 530 construits en 2005, précurseurs du Turbo 40 dont l'un fonctionne aussi sur 80 m.

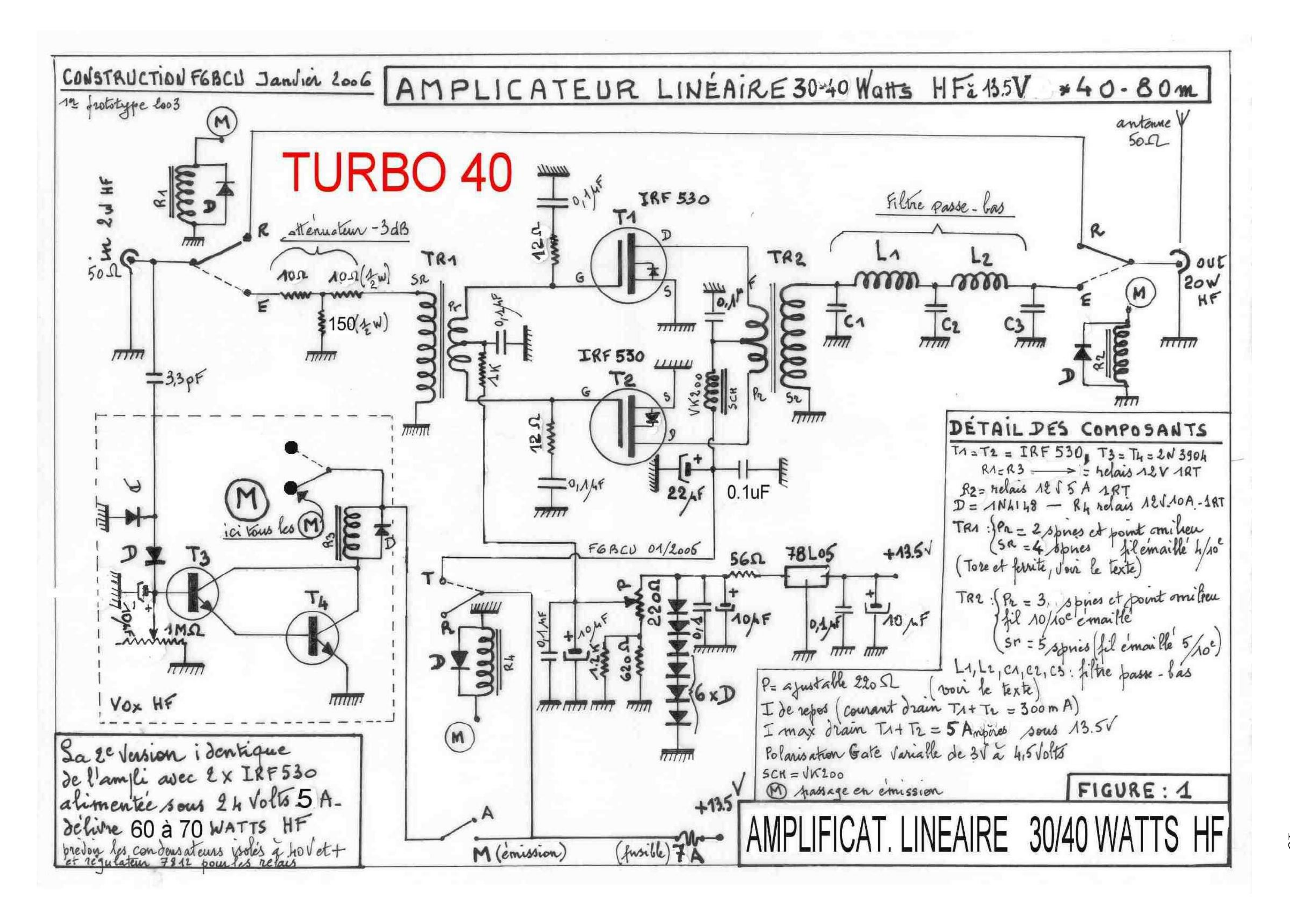
Nous avons tenu au refroidissement maximum gros radiateur en 2 parties et un ventilateur récupéré sur un ordinateur de Ø 12 cm alimenté sous 10 à 15 volts.

SCHÉMA DU TURBO 40 (dessin figure 1)

La première remarque est la symétrie des composants ; un véritable montage push pull des IRF R30 avec des enroulements de transformateurs large bande TR1 et TR2 à point milieu et une économie substantielle de tores en ferrite.

Commutation E/R

Sur l'entrée HF **in** de l'amplificateur une dérivation capacitive de 3.3 pF véhicule une infime partie de la HF délivrée par le transceiver QRP et active la commande par VOX HF T3, T4, de tous les relais pour le passage automatique émission réception. La constante de temps de commutation est réglable par la résistance ajustable de 1 MΩ en dérivation de la base de T3 et la masse.


CONSTRUCTION F6BCU Janvier 2006
1er prototype 2003
AMPLICATEUR LINÉAIRE 30-40 Watts HF à 13.5V *40-80m
TURBO 40
antenne 50Ω
atténuateur -3dB
10Ω
10Ω (1/2 W)
150(1/2 W)
3,3pF
TR1
TR2
IRF 530
T1
T2
12Ω
0,1µF
1K
VK200
SCH
22µF
0.1uF
Filtre passe-bas
L1
L2
C1
C2
C3
out 20W HF
in 2W HF
50Ω
ici tous les (M)
VOX HF
T3
T4
1MΩ
10µF
F6BCU 01/2006
56Ω
78L05
+13.5V
220Ω
620Ω
1,2K
6xD
M (émission)
(fusible) 7A
+13.5V
DÉTAIL DES COMPOSANTS
T1 = T2 = IRF 530, T3 = T4 = 2N 3904
R1 = R3 → relais 12V 1RT
R2 = relais 12V 5A 1RT
D = 1N4148 — R4 relais 12V 10A 1RT
TR1 : Pr = 2 spires et point milieu
Sr = 4 spires fil émaillé 4/10e
(Tore et ferrite, voir le texte)
TR2 : Pr = 3 spires et point milieu fil 10/10e émaillé
Sr = 5 spires (fil émaillé 5/10e)
L1, L2, C1, C2, C3 : filtre passe-bas
P = ajustable 220Ω (voir le texte)
I de repos (courant drain T1 + T2 = 300 mA)
I max drain T1 + T2 = 5 Ampères sous 13.5V
Polarisation Gate variable de 3V à 4,5 Volts
SCH = VK200
(M) passage en émission
FIGURE : 1
AMPLIFICAT. LINEAIRE 30/40 WATTS HF
La 2e version identique de l'ampli avec 2 x IRF530 alimentée sous 24 Volts 5 A délivre 60 à 70 WATTS HF
prévoir les condensateurs isolés à 40V et + et régulateur 7812 pour les relais

Circuit d'entrée (excitation du P.A.)

Les Mosfets de puissance sont drivés par des signaux HF relativement faibles, et supportent très mal toute rupture de l'impédance d'entrée des Gates. Côté entrée **in** l'impédance est forcée sous 50Ω par un atténuateur à –3 dB en T qui va naturellement ramener à 1 Watt HF utile les 2 watts HF générés par le transceiver QRP.

Le transformateur symétrique TR1 fait un rapport de 4/1 ce qui fait travailler l'ensemble des Gates du push pull sous une impédance globale 10 à 12 Ω et qui ramène l'impédance nominale de chaque Gate autour de 5 à 6 Ω.

La polarisation des Gates est dérivée sur le point milieu Pr du transformateur TR1, découplé à la masse. Elle sera expliquée dans la suite de l'article.

**** *Par précaution dans le but de forcer l'impédance de chaque Gate et d'éviter la naissance de toute auto-oscillation HF parasite qui pourrait par emballement thermique abréger la vie du Mosfet, dans chaque branche des Gates se trouve insérée une résistance de 12Ω en série avec un condensateur à la masse.*

Circuit de sortie du P.A.

L'alimentation du P.A. se fait de base sous 13.5 à 13.8 volts le courant global des Drains dépasse un peu 5 ampères. L'impédance moyenne globale des Drains en charge varie de 5 à 10 Ω, pour un rapport de transformation flottant de 3 à 10 en fonction de la puissance variable et de l'impédance moyenne de sortie.

A ce niveau, seule l'expérimentation est probante et le nombre de tours de fil déterminé au primaire et au secondaire du transformateur TR2 a été fait tour par tour jusqu'aux meilleurs résultats, prenant en considération : adaptation d'impédance, puissance de sortie, intensité mesurée et rendement.
Les résultats de l'adaptation 50 Ω sur différentes antennes à la sortie du filtre passe bas : Center-feed, W3DZZ, dipôle et boîte de couplage confèrent un R.O.S de 1/1 de 13.8 à 24 volts.

Le primaire de TR2 est à point milieu alimenté en 13.5 / 13.8 volts. découplé à la masse. Par précaution une VK200 (SCH) élimine tout résiduel de HF et un 2ème découplage de 22 uF et 0.1 uF rendent ce point d'attaque du + 13.5 /13.8 V neutre et bien à la masse.

Consulter la figure 2 pour les détails des enroulements TR1 et TR2

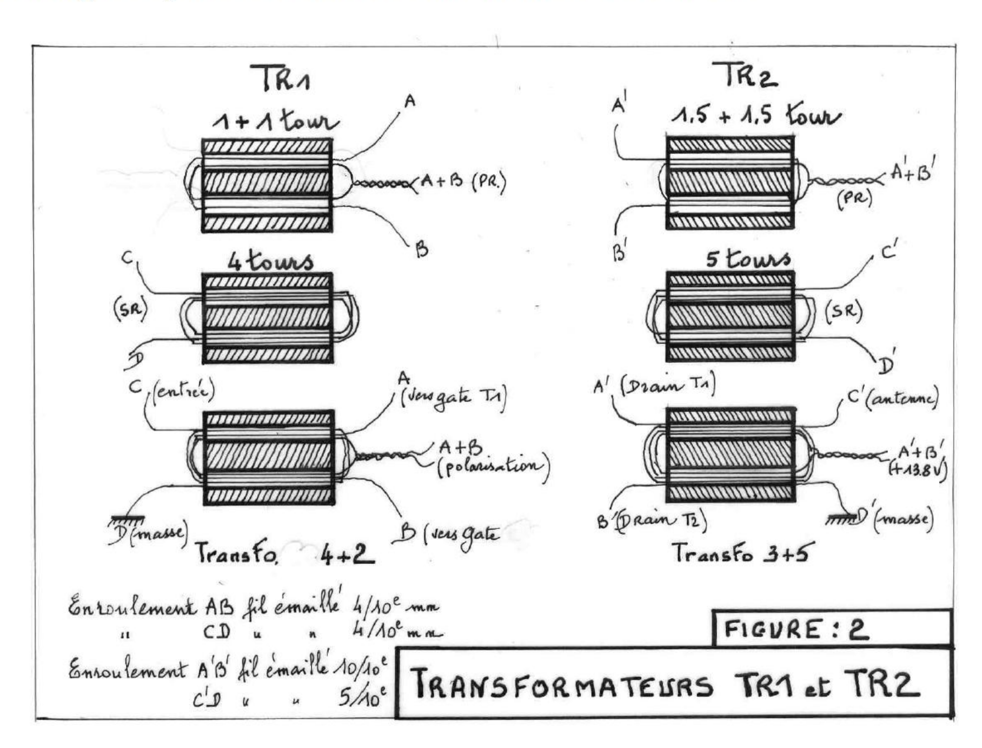


FIGURE : 2

TRANSFORMATEURS TR1 et TR2

Sur l'enroulement secondaire de TR2 d'impédance 50Ω nous retrouvons le traditionnel filtre passe-bas coupe harmoniques C1,L1,C2,L2,C3 et la sortie 50 Ω **out** (valeurs tirées du Hand book ARRL).

Valeurs des composants du filtre passe-bas 40 mètres :
: C1 = C2 = 470 pf, C3 =1nF (condensateurs disque céramique)
L1 = L2 = 13 tours de fil émaillé 4/10ème sur Tore Amidon T-50/2 rouge

Circuit de polarisation

Si le transistor Mosfet a sa Gate rendue positive d'une certaine valeur de tension, par exemple + 8 volts il devient conducteur et peut débiter des ampères dans la jonction Drain Source. Ce phénomène est celui de la commutation rapide à des fins industrielles.

Si la Gate est au potentiel de la masse seule une tension positive débloque le transistor cette fonction est utilisée en CW QRP avec 500 mW HF d'excitation un IRF530 ou IR510 sort de 4 à 6 Watts de HF en régime CW sous une tension se 11 à 14 volts.

Nous pouvons aussi atteindre d'autres classes comme la D et la E typiques de puissances élevées avec de fortes tensions Drain de 40 à 60 volts pour des amplificateurs HF de forte puissance à moduler en AM. : 300 à 800 watts HF.

Pour fonctionner en amplificateur linéaire nous allons nous contenter d'une tension régulée réglable de 3 volts à 4.5 volts. Il faut impérativement pour un push pull, des transistors Mosfets identiques de la même marque, car la disparité de la polarisation est énorme et va de 3.3 volts à 4 volts selon la marque de fabrication.

Fonction linéaire :

Le courant de repos est fixé à 150 mA par transistor sous 13.5 /13.8 V ce qui fait un total de 300 mA pour les 2 Mosfets IRF530. Il sera à ajuster en tournant doucement la commande de P résistance ajustable de 220Ω. Le passage de l'alimentation à 24 Volts et plus oblige à réajuster le courant de repos.

Remarque

Le circuit de polarisation est pour bien des constructeurs de P.A. ou d'expérimentateurs de Mosfets la source de problèmes de claquage du ou des Mosfets.

- Une première règle quelque soit le fonctionnement la polarisation doit toujours être maintenue, seule la tension de drain + 13.5 à 24 volts sera commutée : activée en émission, désactivée en réception.

- Eliminer tout système tendant à commuter par un relais la polarisation à la masse en position réception le temps de passage si rapide soit-il n'exclue pas l'emballement du transistor et sa destruction en position de polarisation flottante en une fraction de seconde.

- L'emballement thermique doit être évité par tout moyens, sur-dimensionner les radiateurs, utiliser une soufflerie, se servir d'un système de régulation thermique.

A propos de la régulation thermique de la polarisation :

Nous ouvrons ici une parenthèse car il faut parler de ce phénomène d'emballement du courant Drain avec à la clef la destruction de la jonction Drain Source. Il est en effet très rare de trouver un auteur qui s'aventure sur la valeur réelle du courant de repos dans la construction d'un amplificateur

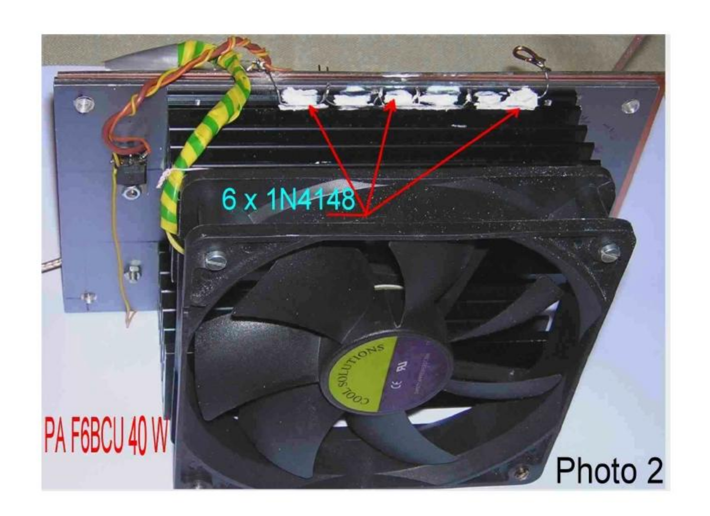
linéaire. Pour notre part nous avons fixé la valeur à 150 mA pour chaque IRF 530, mais nous avons introduit un système de protection contre l'emballement thermique des Mosfets.
Un exemple par hypothèse :

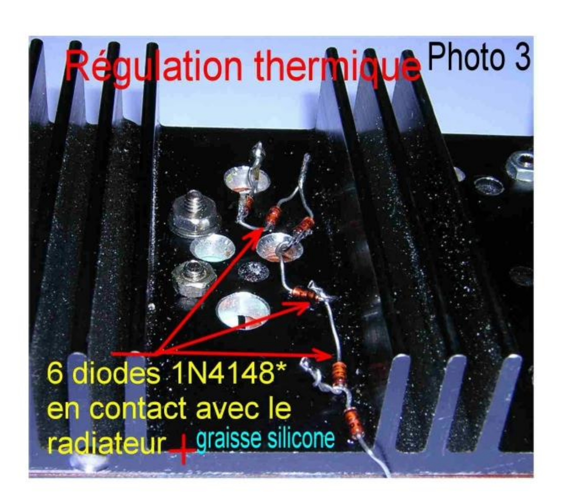
- dissipation thermique insuffisante
- pas de protection thermique.

Au point de départ le courant Drain de repos mesuré est de 300 mA.
Nous passons en émission quelques minutes, le courant de repos monte à 400 mA.
Après plusieurs passages en émission le courant de repos monte à 1 ampère, le radiateur chauffe de plus en plus. il faut s'arrêter car nous courrons à la catastrophe (certains reconnaîtront leurs manipulations personnelles)

Pour conclure :
Protection et régulation thermique de la polarisation sont incontournables. Certains auteurs allemands utilisent le système Thermistance NTC mais l'approvisionnement en France de ce composant est difficile. D'autres, notamment les Anglais, préfèrent le système par diodes silicium, système identique à la régulation thermique par contact sur les transistors bipolaire NPN de puissance émission des amplificateurs linéaires HF.

Nous avons retenu le 2ème système par diodes, utilisé avec succès comme base de régulation thermique sur un ampli linéaire Mosfets de 500 w HF. Cette construction d'origine anglaise est identifiable par moteur de recherche Internet sous le nom de **« The Watt »**.





Application des diodes 1N4148 en régulation thermique de la polarisation Photo 2 et 3

Sur la figure 1 du schéma général la polarisation part d'un régulateur 5 volts (78L05) qui charge sur une résistance de 56 Ω en série avec 6 diodes 1N4148 reliées à la masse. Ces diodes sont en contact thermique avec le radiateur du P.A. une bonne couche de graisse silicone parfait le contact. Les résultats sont très significatifs de l'efficacité du système. Lorsque le radiateur chauffe, par effet, thermo-électrique le courant de repos diminue, plus ça chauffe plus ça diminue et il s'institue un équilibre, mais le système est aussi pervers le courant de repos peut trop diminuer.

Aussi faut-il conjuguer tous les facteurs de l'équilibrage thermique : gros radiateurs, soufflerie, protection thermique par diodes ; le résultat ça marche, mais ça ne casse pas.

LES TORES LARGE BANDE

La question principale qui se pose à celui qui désire construire est de posséder la source d'approvisionnement des composants utilisés dans la description. Personnellement nous avons eu de

nombreuses difficultés au début de nos expérimentations et constructions à nous approvisionner en Tores de grosses dimensions. Depuis que l'informatique est présente à toutes les portes vous remarquerez que les cordons de clavier, de prise USB et autres commandes sont garnis de grosses ferrites traversées par le cordon. A l'usage de divers essais, ses gros Tores ferrite fonctionnent sur le spectre de 1 à 30 MHz donc en couverture des bandes radioamateurs décamétriques. Certains pourront en récupérer chez les revendeurs en informatique qui garnissent leurs poubelles de cordons usagers et défectueux.
Nous préférons la solution commerciale car nous avons choisi deux types de Tores un petit et un gros pour notre Turbo 40 qui fonctionne fort bien. Est retenu sur le catalogue de CONRAD ELECTRONIC édition 2006 page 469 :

- le petit Tore (il en faut 2 en parallèle) fait un Ø extérieur de 11mm, Ø intérieur de 6mm, épaisseur de 9 mm sous le N° 50 79 97-82
- le gros Tore (il en faut 2x2 en parallèle) fait un Ø extérieur de 16 mm, Ø intérieur de 8mm, épaisseur de 13 mm sous le N° 50 80 47-82

Quant au prix pratiqué il est raisonnable par rapport aux prix exorbitants découverts chez certains autres revendeurs de composants pour des Tores Amidon d'origine U.S.A. vendus en Allemagne le quart du prix TTC.

Détail des enroulements des transformateurs TR1 et TR2 (dessin figure 2)

Les enroulements réalisés doivent s'inspirer des dessins de la figure 2 ; le rendement et les résultats obtenus sont inhérents à ces enroulements fruits d'un long et patient travail d'expérimentation.

Assemblage des tores TR1 et TR2 (photographies 8 Bis et 9 page 12)

Les tores composant TR1 ou TR2 sont chaque fois au nombre de 2 disposés parallèlement en se touchant sans aucun problème et immobilisés par du ruban adhésif, une autre méthode consiste à les immobiliser avec de la colle cyanocrylate (Glue 3 ou Super Glue).

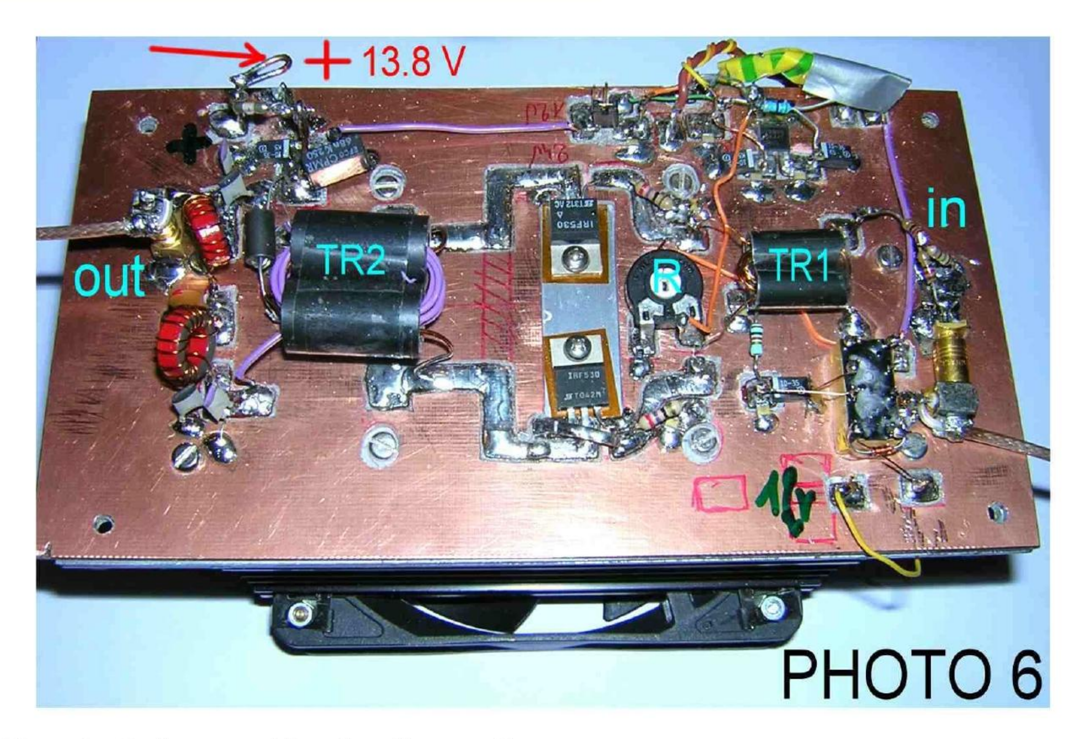
CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES

Nous pouvons parler du gain de l'amplificateur linéaire TURBO 40 sous 13.8 volts le gain est voisin de 15/16 dB et en fonction des sources d'approvisionnement des transistors Mosfets IRF 530, vous obtiendrez une puissance comprise entre 30 et 40 Watts HF. Vous pouvez parfaire vos essais sous 24 volts, il suffit de prendre la partie 24 volts non régulé de votre alimentation 13.8 volts. Impérativement vous devrez re-calibrer le courant de repos à 150 mA par transistor ou 300 mA pour le courant de repos total. Le nouveau courant drain sera de 5/6 Ampères en charge maximum et la puissance de sortie dépasser les 70 watts HF voir même 80 Watts HF. Attention la soufflerie fonctionnera sous 12 volts comme la polarisation et tous les relais de commutation ; ne pas oublier d'ajouter un régulateur 12 volts 1 ampère et son radiateur.

Puissance de Sortie Pour le transformateur de sortie TR2 nous utilisons 4 tores de chez Conrad Ø 16 mm la longueur total de deux tores bout à bout est de 26 mm(2 X 13 mm) avec ce bloc de 4 tores vous sortez environ 40 watts HF sous 13 .8 volts les tores sont tièdes, si vous prenez seulement 2 tores en parallèle vous n'excéderez pas 20 watts de puissance HF, vous consommerez 5 A, les tores seront brûlants, le % de rendement très mauvais. On néglige trop souvent le volume du transformateur TR2, et l'on oublie aussi que le rapport de transformation primaire /secondaire est très critique, s'ajuste à la demi spire.

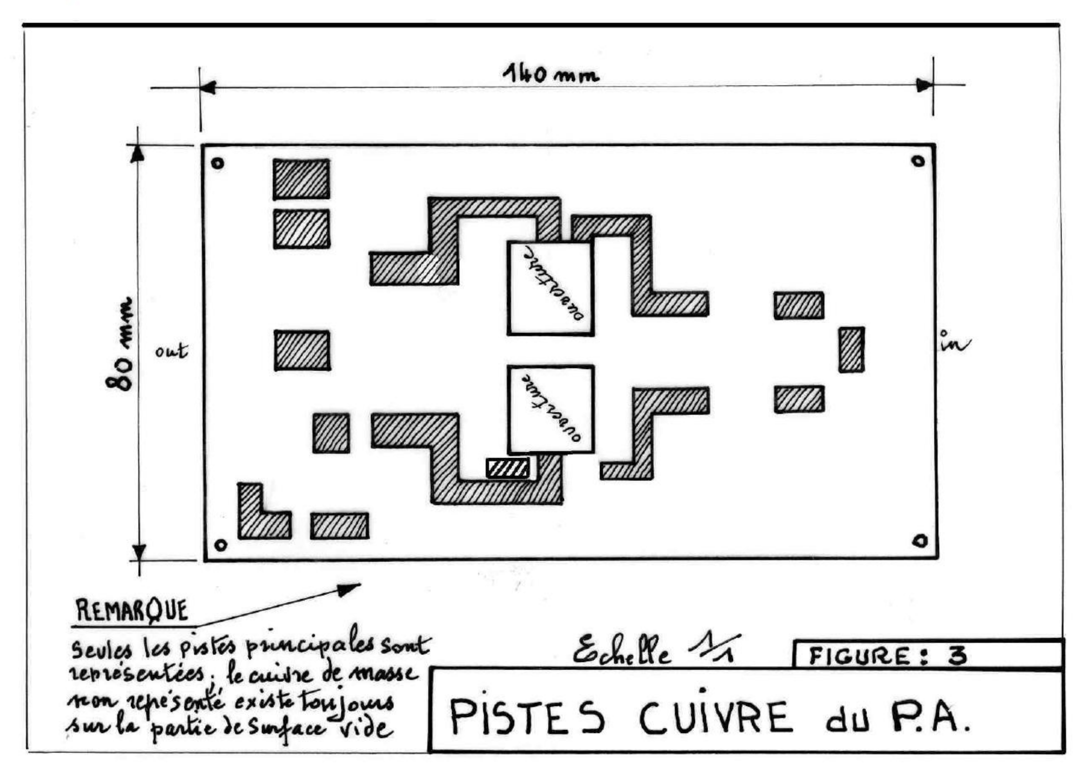
A propos d'autres transistors Mosfets : IRF 510, IRF 520, vous devriez obtenir des résultats identiques en gain HF et puissance de sortie. Mais il existe aussi le IRF 640 dont une paire utilisée en push pull sous 40 volts génère 250 Watts HF et le IRF 730 bon marché, utilisé par certains OM allemands. Deux paires d'IRF730 en // et en push pull sous 40 volts délivrent 400 watts HF. Les prix de tous ces transistors Mosfets y compris le IRF 530, tous largement disponibles varient de 1.50 à 3 Euros.

CONSTRUCTION DU TURBO 40 (photographie N°6)

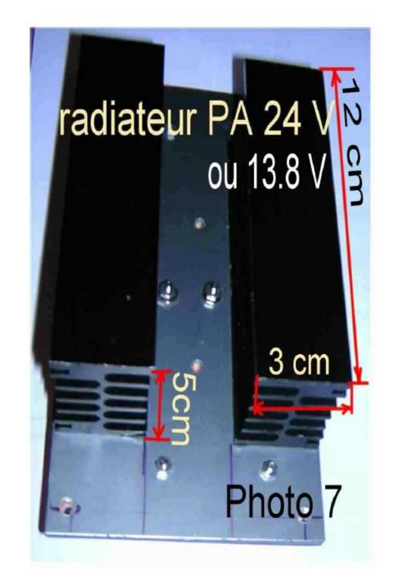


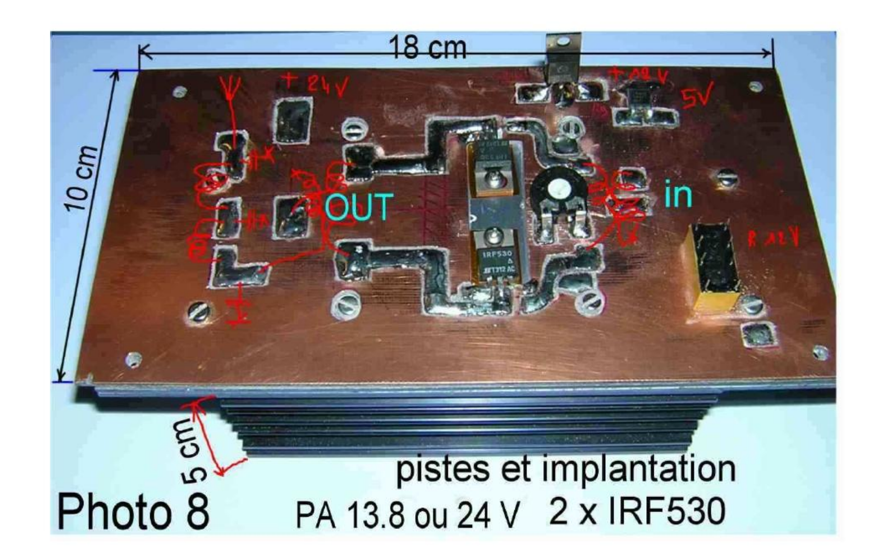
Circuit de base : (dessin figure 3)

nous utilisons une plaque en époxy cuivré double face aux dimensions de 80 x 140 mm.
Deux lumières (ouverture) sont pratiquées dans la plaque pour le passage des transistors Mosfets.
Qui sont ensuite vissé sur le radiateur (prévoir un kit d'isolation).
Les pistes principales sont détourées avec un Dremel et fraises ad hoc disponibles dans les magasins de bricolage.

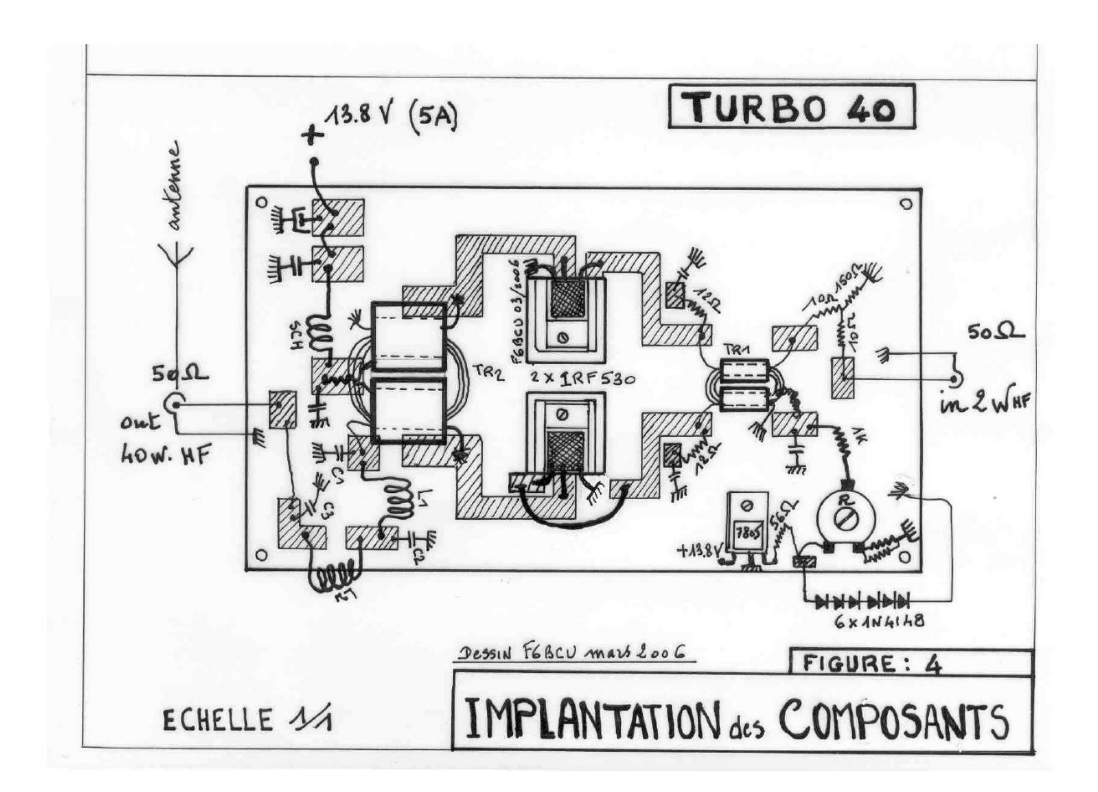


Le circuit de base est ensuite vissé sur le radiateur (Photographie N°7)





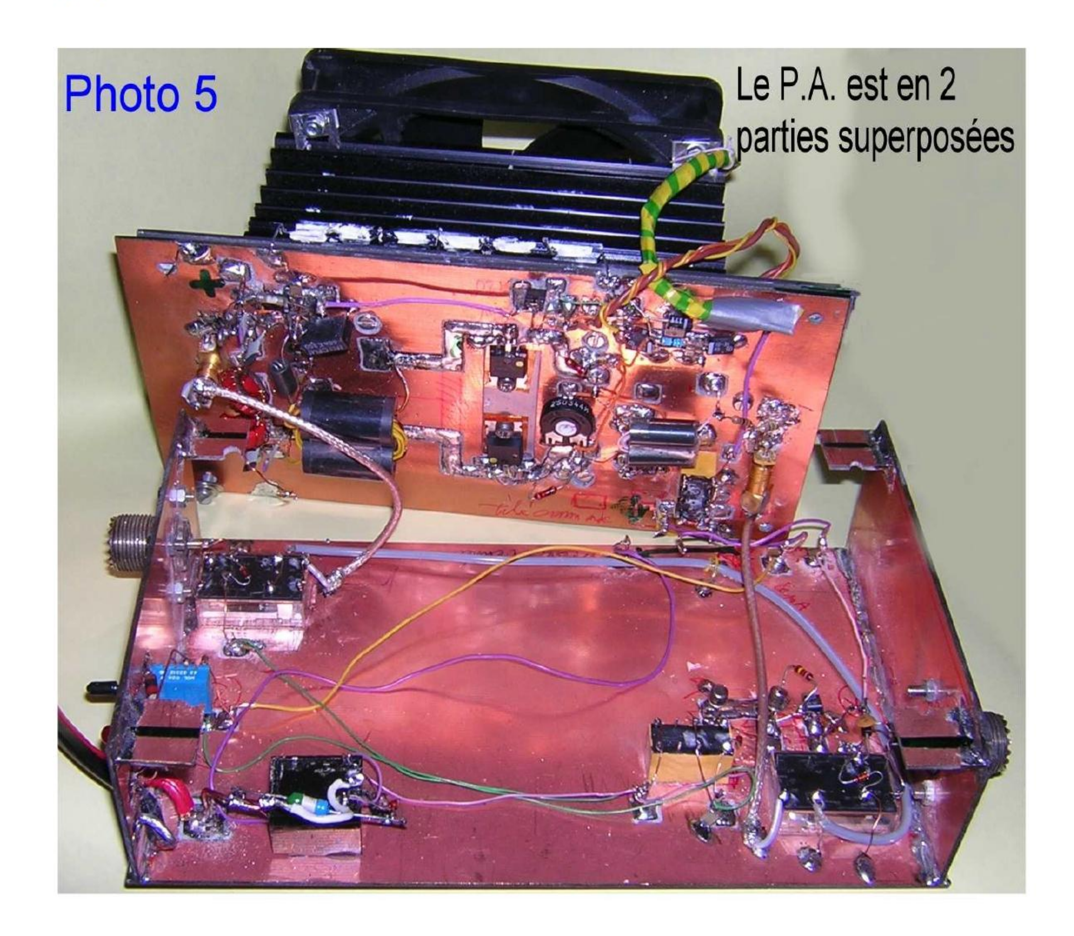
Implantation des composants partie A (platine de base partie supérieure) **:**
(dessin figure 4 et photographie complémentaire N°8)



L'implantation des composants et très aérée ; bien se repairer sur les photographies 6 et 8 qui sont les meilleurs guides ; bien plus qu'une multitude d'explications bien souvent inutiles. Ne pas oublier de souder un strap ou pontage entre Gate d'un des IRF 530 et l'une des branches du circuit d'entrée (transistor du bas de la figure 4) à l'aide d'un petit feuillard de cuivre de 4mm de large et de 15 mm de long.
Dans l'éventualité d'une piste manquante ou de la nécessité d'avoir un îlot isolé, il suffit de le détourer à vue sur le circuit de base.

Ne pas oublier d'établir un contact électrique aux 4 coins du plan cuivré supérieur et celui de dessous avec des petits morceaux de feuillard soudés. Ce système évite bien souvent des auto-oscillations. Eventuellement monter un ventilateur 12 V dont le démarrage se synchronise sur l'enclenchement du VOX HF.

Implantation des composants partie B (platine fond de boîte partie inférieure) :
(Photographie N° 5)



La partie inférieure de l'amplificateur aux dimensions de 12 x 20 cm en époxy cuivré double face

contient :

- Tous les relais de commutation antenne,
- La commutation alimentation des Drains du P.A.
- La platine du VOX HF,
- Un interrupteur A/M activation du P.A.
- Les 2 prises S0239 de façade
- Un voyant Leed de contrôle
- Un fusible 7 ampères
- Possibilité de commuter les circuits pour le passage 13.8 à 24 volts.
- Le cordon d'alimentation de forte section pour passer 10 Ampères.

MESURES ET RÉGLAGES

Il faut disposer d'une charge fictive pouvant dissiper 100 watts HF, un wattmètre/ Ros mètre, un contrôleur universel, des rallonges en câble coaxial, d'une excitation HF sur 7 MHz de 1 à 2 watts. Ultérieurement l'antenne de la station.

1° Base de travail : platine supérieure partie A (figure 4 photographies 6 et 8)

1. S'assurer du bon montage des IRF 530 et de leur isolation.
2. Régler la polarisation à 150 + 150 mA = 300 mA, l'alimentation est de 13.8 V.
3. Brancher une charge fictive et un Wattmètre à la sortie **out** du filtre passe–bas du P.A.,
4. Injecter à l'entrée **in** du P.A. environ 1 watt HF de 7 MHz ou siffler dans le micro.
5. Vous devez constater une forte poussée de puissance sur le Wattmètre plus de 15 watts HF.
6. L'intensité drain monte à 2.5 A sous 13.8 Volts.

A ce stade des mesures et réglages vous pouvez envisager le branchement d'un aérien, un dipôle par exemple ; le ROS mesuré est voisin de 1/1

2° Base de travail : fond de la boîte partie B

1. s'assurer du fonctionnement du VOX HF sur un coup de sifflet notre bingo 40 SSB QRP supporte la manœuvre en circuit ouvert car son étage de sortie travaille seulement à 50 % de ses réelles possibilités, ceci par précaution de toute désadaptation d'impédance.
2. ajuster la résistance ajustable de 1 MΩ du Vox de T3 sur une constante de temps correcte.
3. Vérifier les relais de commutation et leurs fonctions spécifiques.
4. Vérifier la fonction arrêt / marche et l'illumination de la diode Leed de contrôle.
5. Si tout fonctionne correctement on peut envisager de finaliser le montage, assembler les 2 parties du PA.
6. Reprendre certaines mesures : isolation, courant de repos 300 mA, enclenchement de la soufflerie au rythme du Vox HF.
7. raccorder transceiver QRP, TURBO 40 et brancher la charge fictive + Wattmètre ; sur un coup de sifflet la puissance doit monter vers 30 à 40 watts HF et l'intensité Drain totale afficher 5 ampères et plus.

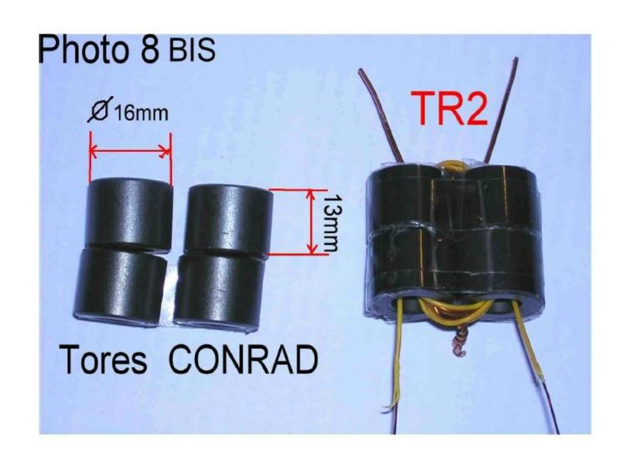
Dans cette dernière phase d'essais il faut maintenant essayer sur antenne ; la grande aventure commence.

Commentaires techniques :

Accord d'antenne : Les réglages d'accord d'antenne avec une boîte de coupage se font toujours en QRP : sortie 2 watts HF ; le P.A. du Bingo 40 SSB supporte le temps des réglages sans problèmes. Les réglages d'accord au ROS de 1/1 étant terminés, il suffit de mettre sous tension le TURBO 40 et émettre en puissance QRO.

Puissance disponible en portable : Si vous travaillez en portable avec une batterie, à 12 volts le TURBO 40 sort encore 25 à 30 Watts HF puissance plus que suffisante pour bien trafiquer.

Valeur de l'excitation HF correcte pour driver le P.A. Ce qu'il faut admettre c'est que la valeur conseillée pour exciter le P.A.aux bornes de TR1 ne doit pas dépasser 1 watt HF. Sur cette considération l'atténuateur en T précédent TR1 sous condition de restituer 1 Watt HF peut avoir la valeur désirée. Dans notre cas particulier nous bénéficions d'un transceiver QRP SSB qui délivre 2 Watts HF avec l'atténuateur en T à –3dB nous restituons 1 watt HF ; si nous utilisons un atténuateur en T à –6dB avec 4 Watts HF nous restituons 1 watt HF. En fonction de la puissance de sortie du transceiver vous pouvez au choix de l'atténuateur adapter tous les QRP !





CONCLUSION

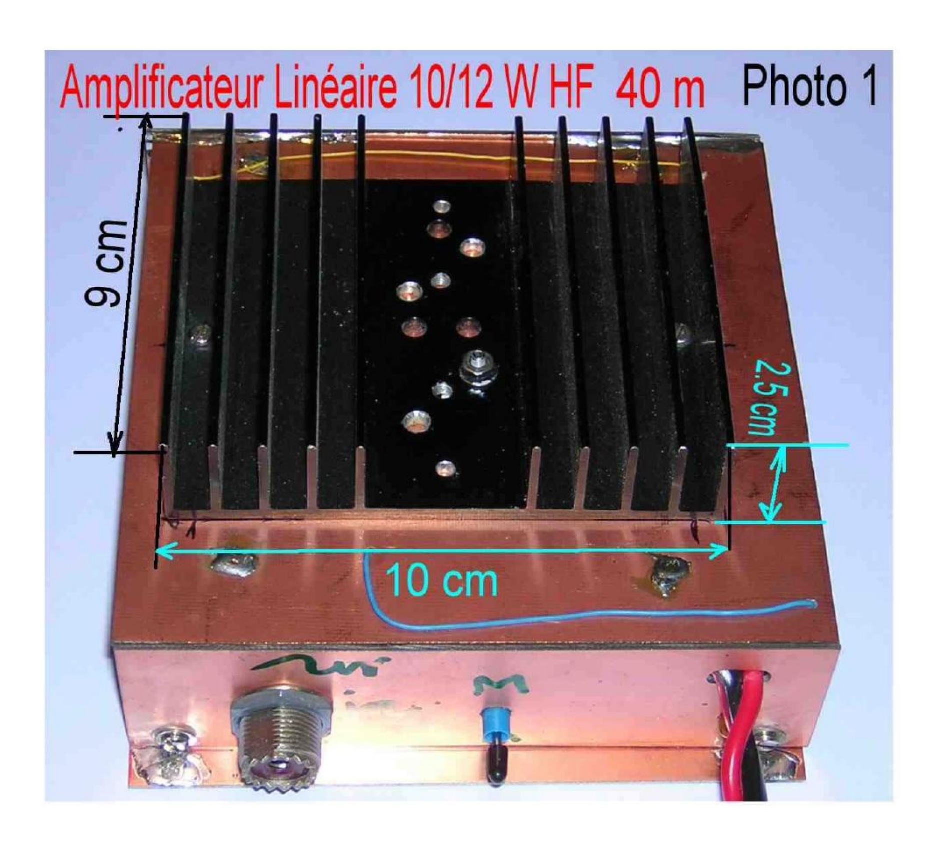
D'une construction simple et attractive, le TURBO 40 avec ses excellentes performances sur 40m peut s'adapter facilement à d'autres bandes de fréquences notamment le 20 et le 15 mètres. La perte de puissance sur des fréquences plus élevées n'excède pas 10% sur 20 m et 20% sur 15 mètres par rapport à la puissance nominale générée sur 40 m. L'intérêt d'un tel montage est son utilisation dans la plage de 12 à 13.8 volts. La centaine d' essais faits en QRP avec le passage instantané en QRO (40 w) confirment que la qualité de la modulation SSB est toujours la même, elle est excellente de l'avis de tous les radioamateurs contactés pendant le mois de février 2006.
Avec un gain de 15 à 16 dB le TURBO 40 encourage la construction Home made qui devient plus facile. Avec les quelques watts HF d'un transceiver QRP SSB ou CW il est désormais possible avec un push pull de Mosfets IRF530, de trafiquer avec l'efficacité d'une station traditionnelle de 50 à 100 watts HF. La différence marquée par ½ point au S/mètre, ou une différence de puissance mesurée de 3 dB passe quasiment inaperçue.

Article écrit par F6BCU Bernard MOUROT –Radio-Club de la Ligne bleue des VOSGES
REMOMEIX –ST DIE DES VOSGES

LES RÉALISATIONS DE « LA LIGNE BLEUE »
*LE SAVOIR-FAIRE RADIOAMATEUR

ZIP 40
AMPLIFICATEUR LINÉAIRE 10/12 WATTS HF
Bande 40 mètres

Par F6BCU Radio-Club de la Ligne bleue (construction 2005)

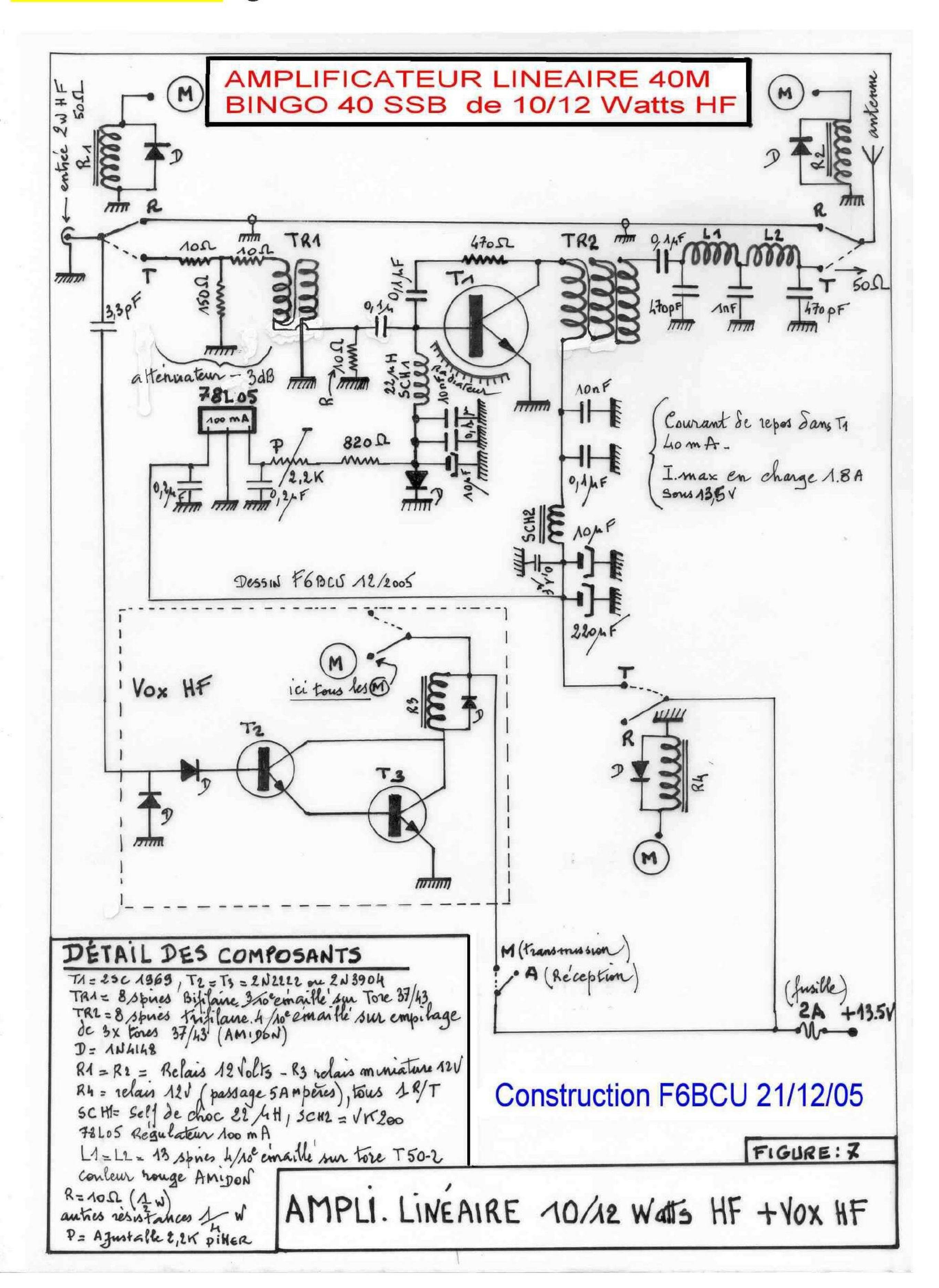


Avec le BINGO 40 nous avons effectué dès fin novembre 2005 quelques bonnes liaisons sur 40 mètres. Mais il manquait un petit plus pour nous signaler et repasser ensuite en QRP.
En possessions de quelques transistors émission, des rescapés de la Citizen Band, disponibles encore dans les catalogues de revendeurs français en composants électroniques, nous avons sélectionné un modèle qui pour un prix modique est capable de sortir une dizaine de Watts HF.

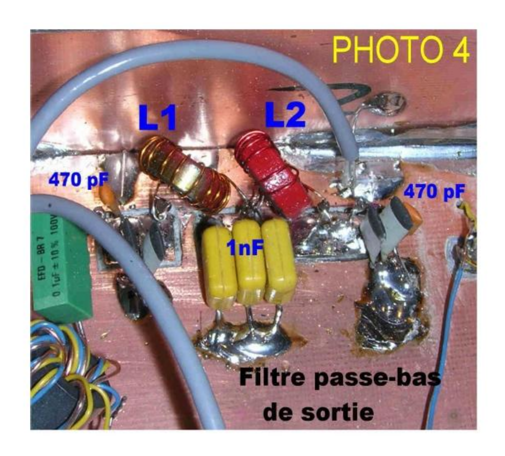
Ce transistor c'est le 2SC1969 qui correctement adapté avec un petit watt d'excitation en entrée sort 10 à 12 Watts HF sous 13.5 Volts. Pour sortir une telle puissance il faut particulièrement bien adapter l'impédance du circuit de sortie. Une telle adaptation a été décrite dans le HandBook 2005 de l'ARRL.

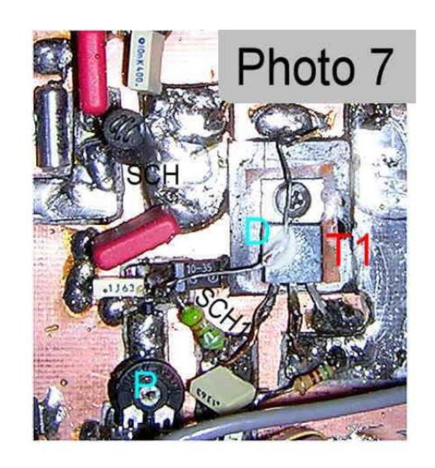
L'ensemble amplificateur dont nous allons faire la description est autonome. Passage automatique de QRP en QRO, excitation par vox HF, habillage en époxy cuivré, assemblage soudé à l'étain, quasiment du matériel de récupération au niveau des composants.

I°-- LE SCHÉMA figure 7

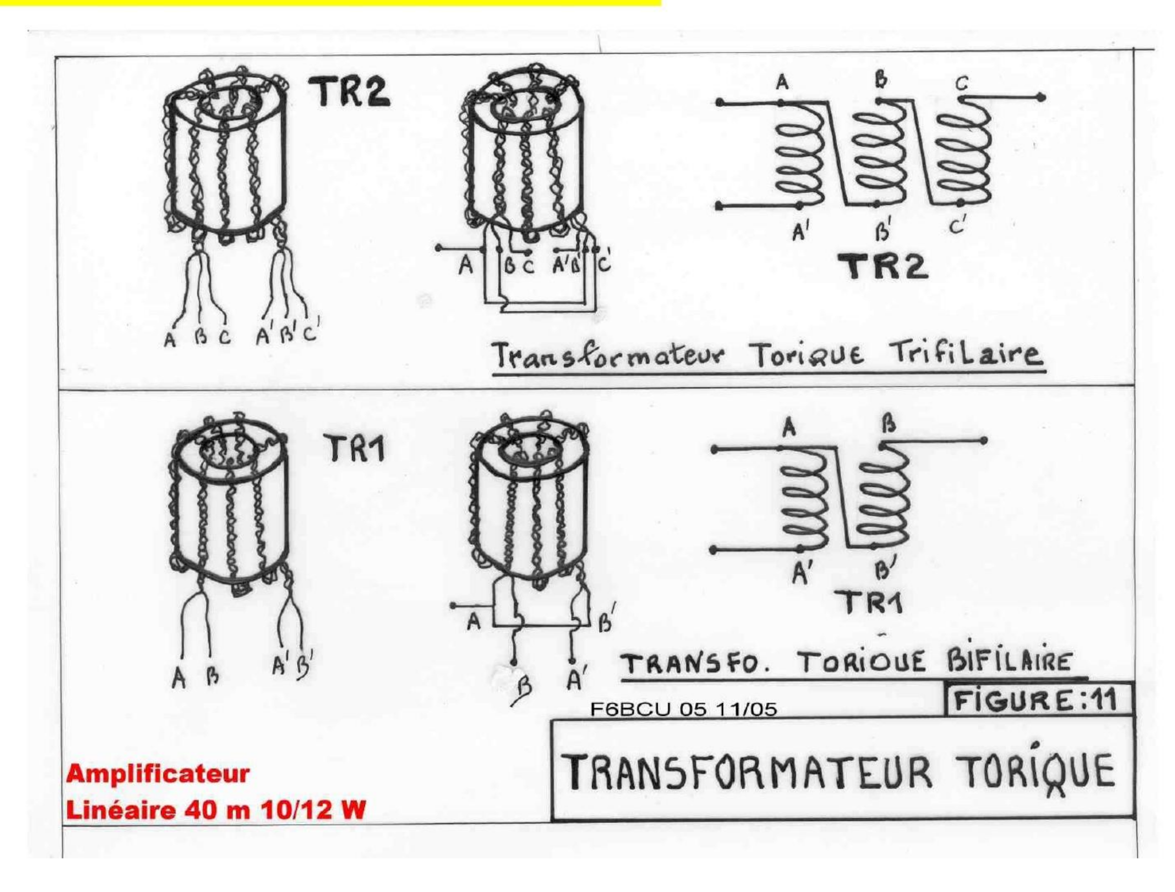


Nous disposons en entrée d'une puissance de 2 watts HF générée par le BINGO 40 cette puissance va exciter un vox HF avec T2 et T3 des 2N2222 ou 2N3904. Afin de ramener la puissance d'entrée côté amplificateur linéaire à 1 Watt, un atténuateur à - 3 dB précède le transformateur TR1 de rapport 4/1. L'impédance de la Base du 2SC1969 est fixée par une résistance de 10 Ω qui vient quasiment se superposer à l'impédance de sortie du transformateur TR1. Un condensateur de 0.1uF isole la base et la laisse uniquement en circuit avec la polarisation réglable par **P**. La diode D est en contact thermique avec le corps du transistor T1. Le courant de repos collecteur est réglé à 40mA. Une contre réaction 0.1uF et 470Ω est fixée entre base et collecteur évitant tout emballement du transistor.
Avec une intensité qui avoisine les 2 Ampères, l'impédance de sortie de T1 frise les 5 à 6Ω et ne saurait se contenter du transformateur de sortie de rapport ¼ montage, classique des amplificateurs linéaires de 4 à 6 watts HF. Il faut passer à un rapport de 1/9. Pour cette raison TR2 se compose d'un enroulement tri filaire, une torsade de 3 fils 4/10ème émaillé. La sortie 50Ω est suivie d'un classique filtre passe-bas L1, L2, et les capacités qui s'y rattachent. La puissance de sortie mesurée sur 50Ω est comprise entre 10 et 12 watts de 13.5 volts à 14 volts. Quant au passage et essais sur antennes concernant l'adaptation des impédances, sur W3DZZ et Center- Feed avec boîte de couplage le ROS est de 1/1.





2°--TRANSFORMATEURS SUR TORES



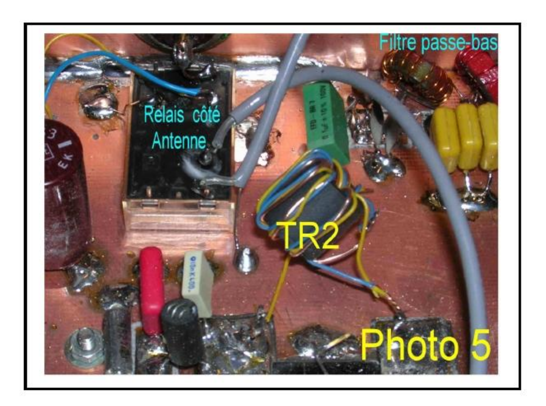
Voici figure 11 la construction de TR1 et TR2, l'enroulement :

- de TR1 se fait en bifilaire sur un Tore 37/43, dont l'**AL** est de 400
- de TR2 se fait en trifilaire sur un empilage de 3 tores 37/43 dont l'AL est de 400 à 500

Mais vous pouvez substituer le Tore ferrite AMIDON de la série 43 par d'autres Tores bien disponibles en France sur le catalogue CONRAD 2006 page 469
Tous les Tores en une seule pièce ont : AL = 400 à 700 suivant la taille et fonctionnent en décamétrique de 2 à 30 Mégahertz..

- TR1 peut-être remplacé par le Tore N° 50 79 89 – 82 aux dimensions : 10 x 6 x 5 mm
- TR2 peut être remplacé par le Tore N° 50 80 39 -- 82 aux dimensions : 14 x 10 x 8 mm

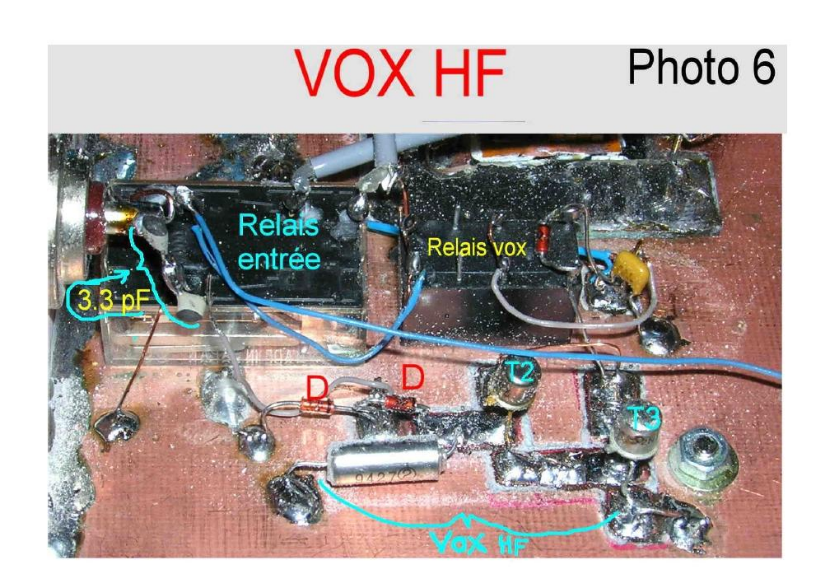
Note de l'auteur :
Nombreux sont ceux qui ont testé ces Tores qui fonctionnent parfaitement en large bande décamétrique, pour un prix raisonnable. En général tous les Tores traversés par un conducteur commandant : clavier, prise USB imprimante, appareil photographique.. etc. Sont en ferrite utilisable en décamétrique.



3°—VOX HF et RELAIS

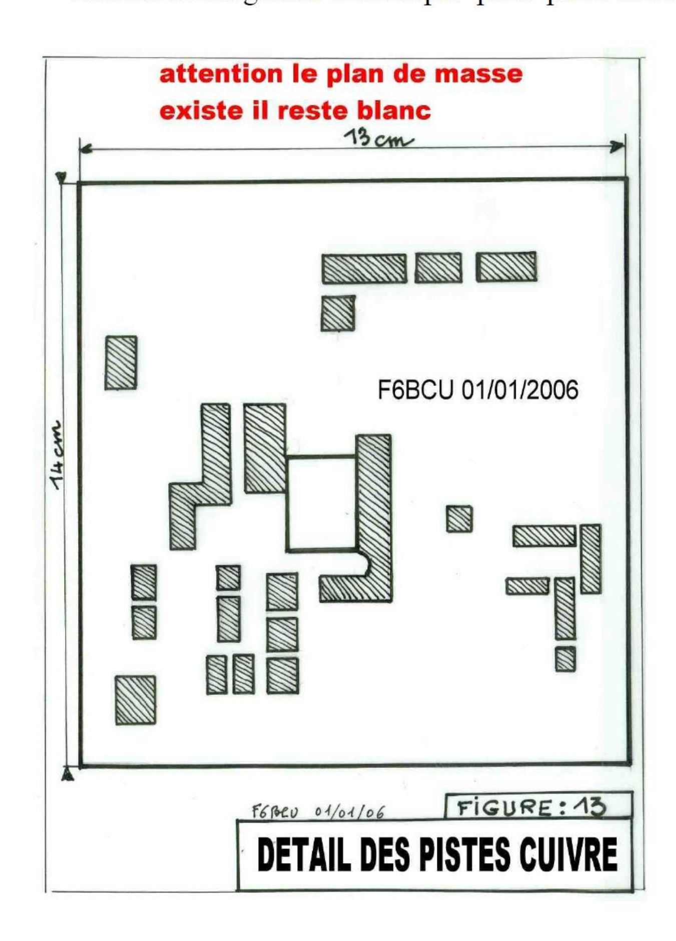
Le vox HF commande sont propre relais dont une branche en position travail commute le + 13.5 Volts en émission. C'est le point **M** sur la figure 7. à ce point **M,** se raccordent les points **M** de R1, R2, R3.

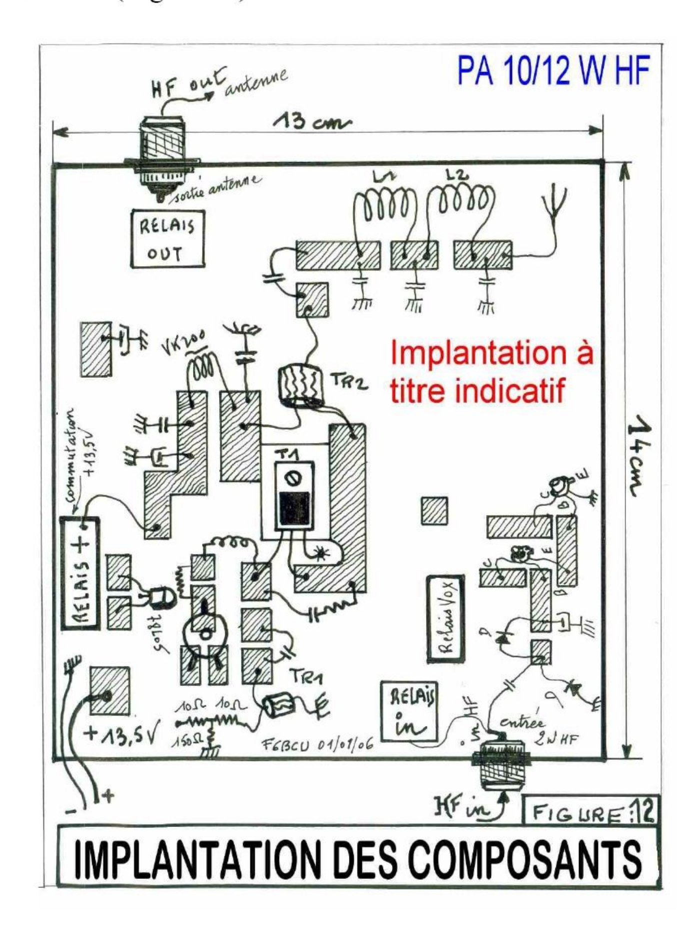
Nous avons un relais individuel pour entrée (R1) et sortie Antenne (R2) et un R3 pour commuter le +13.5 Volts sur T1 en émission. Tous ces relais sont de récupération.



CIRCUIT figure 13

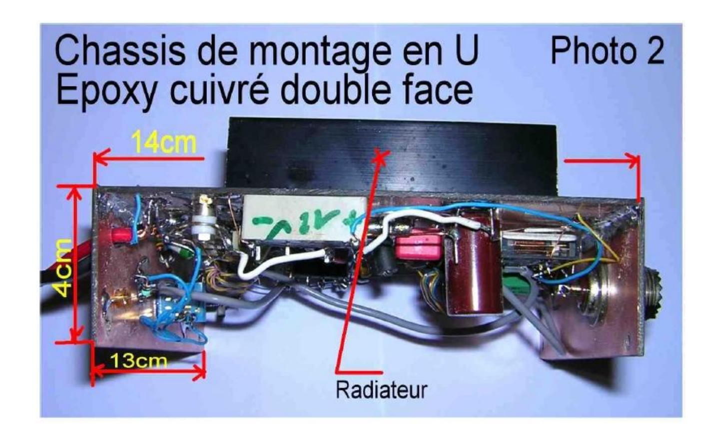
Le circuit représente les pistes cuivre détourées à l'échelle 1/1, aux dimensions de 13 x 14 cm.
C'est une plaque en époxy cuivré double face ; les pistes où sont soudés les composants sont détourées avec une fraise de dentiste de Ø 0.8mm. Le plan de masse existe mais il n'est pas représenté pour la clarté de la figure. Le plan de masse est toute la partie restée blanche sur le circuit. Attention il y a une lumière rectangulaire à découper pour passe le transistor T1. (figure 12)

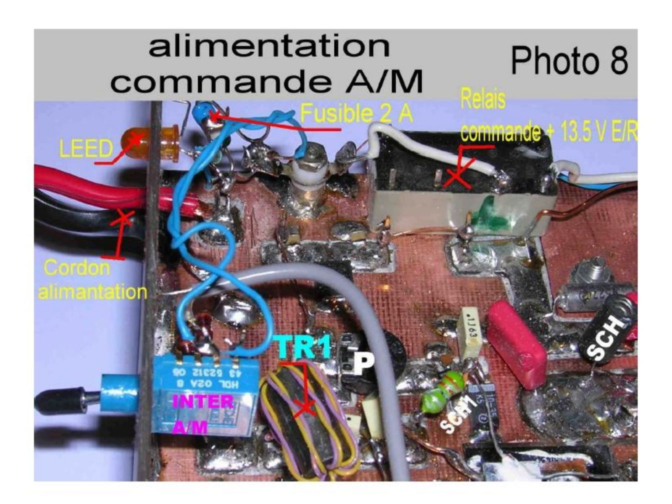


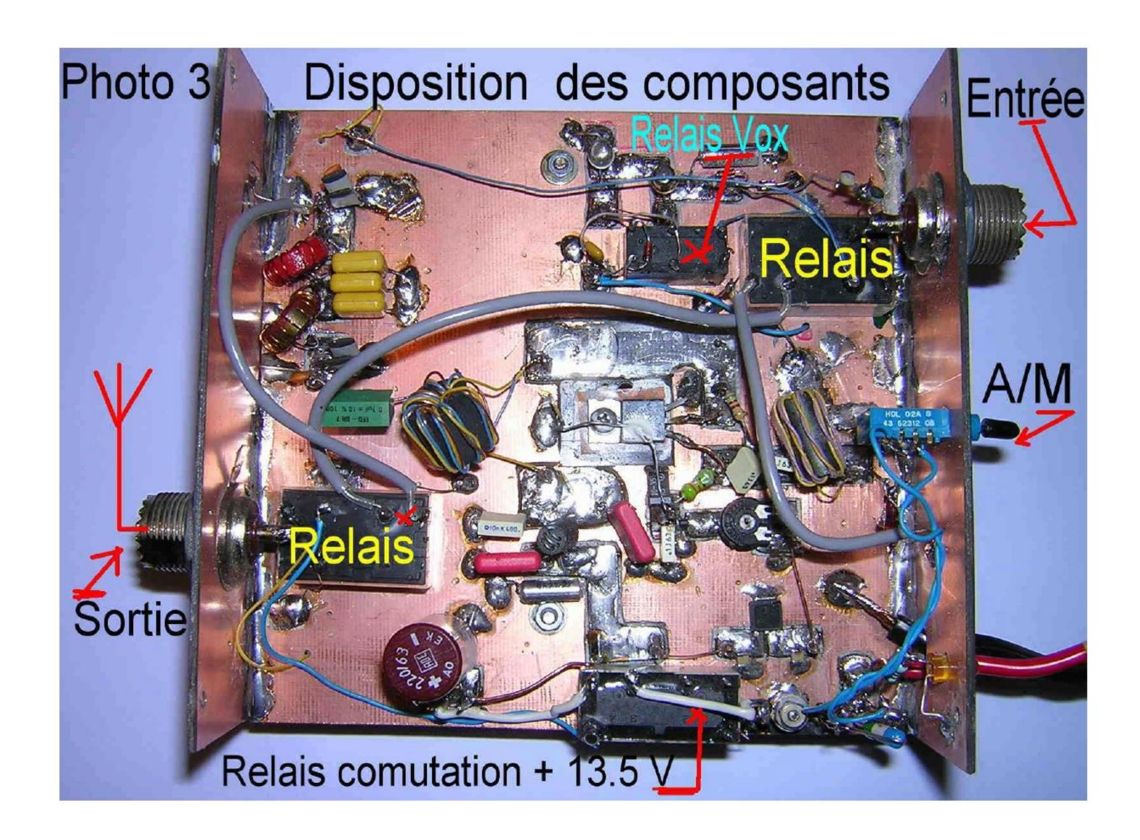


COMPOSANTS figure 12

La figure 12 a été dessinée pour donner une idée de l'implantation des composants, mais les connexions sont incomplètes pour que chacun puisse donner une connotation personnelle dans la construction.
Les photographies 2, 3, 8 viennent clarifier certains détails de l'implantation.







5°-- RÉGLAGES

1. Lorsque le P.A. est assemblé il faut vérifier si le VOX HF fonctionne.
2. Connecter le BINGO 40 à l'entrée du PA « ZIP 40 », n'alimenter en +13.5 Volts que le Vox et les divers relais. Sans problèmes pour le P.A. du BINGO.40, sans charge fictive, pour quelques courtes manipulations, passer en émissions. Si le vox s'enclenche avec tous les relais le fonctionnement est correct.
3. Alimenter le P.A. en volant (fil et pince crocodile) ; tourner P et ajuster le courant de repos collecteur de T1 à 50 mA. (mettre par précaution une charge fictive côté antenne)
4. Vérifier le bon fonctionnement par relais de l'alimentation du P.A..
5. Brancher une charge fictive + Wattmètre côté antenne du P.A. si vous siffler dans le micro du BINGO 40 vous devez monter à 10 W HF et plus.
6. Vérifier la constante de temps de retombée du vox HF sans émission environ ½ second e et ajuster la résistance variable de 1 MΩ située dans la base de T2.
7. Essayer de débrancher la résistance de 10Ω située à l'entrée du circuit de base de T1 ; si le P.A reste stable sans cette résistance, ne plus la brancher. Vous aurez gagné 1 à 2 watts en puissance.
8. Sur antenne l'adaptation des impédances est correcte. Mais faire toujours en préalable sur coupleur d'antenne les réglages d'accord avec le BINGO 40 au R.O.S. de 1/1 et seulement lorsque le réglage est parfait, enclencher en marche le ZIP 40 de 10 /12 Watts HF.

EXCITATION :
Si avec 2 watts HF et l'atténuateur en T à –3dB d'entrée vous avez seulement 1 Watt HF disponible pour exciter le PA, que cette valeur est considérée comme correcte, avec seulement 1 watt HF disponible à la sortie de votre QRP, supprimer l'atténuateur.

CONCLUSION

Ce petit P.A. peut fonctionner sur toutes les fréquences décamétriques, seulement à partir de 20 m il faudra supprimer la contre réaction entre base et collecteur. Avec son vox réglable il s'accommode à tout type de trafic dont la CW. BINGO 40 et ZIP 40 forment la station 1ère de base QRP SSB du « savoir-faire radioamateur »

Article écrit par F6BCU – Bernard MOUROT---Radio-club de la Ligne bleue des Vosges
REMOMEIX-ST DIE DES VOSGES
22 mars 2006

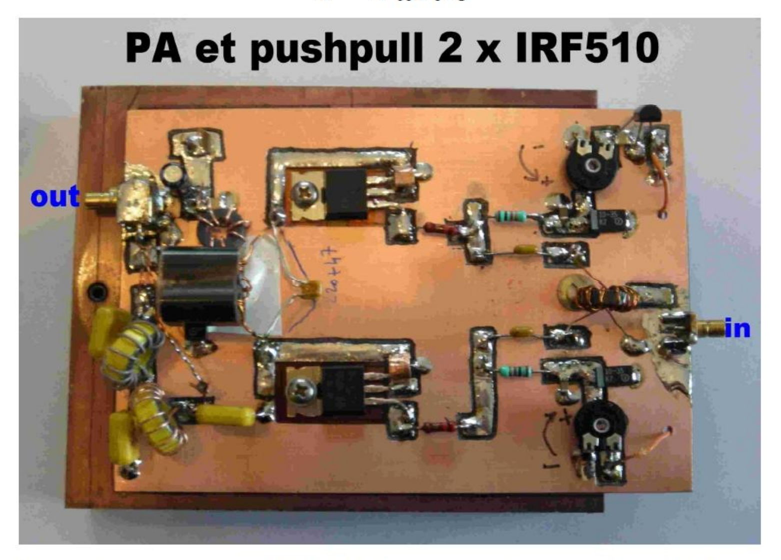
DEOMECANO - BINGO

POUR BIEN CONSTRUIRE SON TRANSCEIVER MONO-BANDE QRP, SSB OU CW

AMPLIFICATEUR SSB 15 W HF BANDE 20m sur circuit imprimé

par F6BCU Bernard MOUROT

1ère Partie



Il est vivement conseillé en émission SSB QRP de ne pas dépasser les 10 Watts HF PEP. En CW on est limité à 5 watts HF. La puissance effective disponible sur notre P.A. avoisine les 15 watts HF, mais une résistance ajustable permet de régler la puissance dans la fourchette de 2 à 15 watts HF.

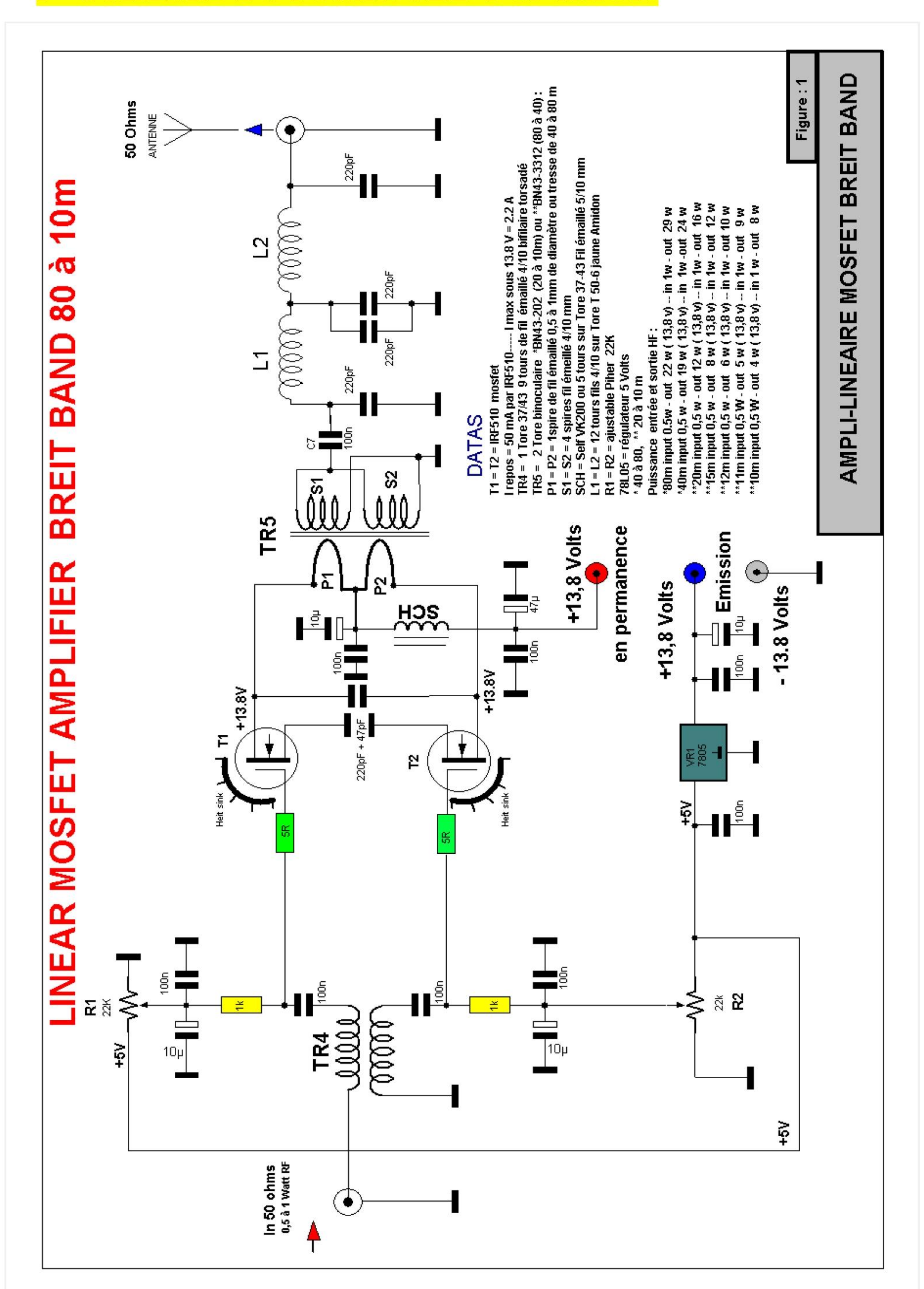
AMPLIFICATEUR BINGO TURBO SSB 20m

Actuellement il est rare de trouver dans les descriptions de transceivers QRP SSB décamétriques un amplificateur HF linéaire qui sort plus de 4 watts HF. Pour monter en puissance, la solution la meilleure est d'utiliser les transistors mosfets MITSUBISHI « RD16 HHF1 ou RD15HVF1 » très en vogue dans la technique émission SDR pour des puissances SSB de 5 à 15 watts HF. L'obstacle actuel reste le prix de ces transistors qui varie de 7 à 10 Euros, frais de porte en sus.

Nous aborderons ces transistors dans les prochaines descriptions d'amplificateurs linéaires.

Aujourd'hui nous resterons encore avec notre classique mosfet IRF510 qui correctement utilisé pour son petit prix permet des performances honorable de 14 à 21 MHz. Depuis plusieurs mois nous expérimentons un push pull de IRF510 avec des nouveaux transformateurs ferrite binoculaires BN43-202 disponibles chez I-BIZNES. L'utilisation de ces transformateurs est probante. Nous avons pu construire un amplificateur linéaire d'un bon fonctionnement, qui a été testé à partir d'un FT817 de 10 à 80 m sur les positions SSB 1 /2 et 1 watt HF avec cette garantie du maintient de la puissance sous impédance constante. Pour parfaire nos expérimentations et confirmer nos résultats nous avons construit et redessiné successivement 3 amplificateurs et adapté ensuite un étage Driver pour exciter bien symétrique l'étage push pull de 2 x IRF510 et l'adapter au faible signal HF SSB de l'ordre du mW issu du générateur SSB BINGO. La puissance utile mesurée va de 13 à 15 watts HF suivant le montage réalisé et des composants de sources et marques différentes.

I—SCHÉMA DU PUSH PULL 2 X IRF510



COMMENTAIRE TECHNIQUE SUR LE SCHÉMA

Ce type d'amplificateur push pull se caractérise par son attaque directe en 50 Ohms sur **TR1** (Tore 37/43) dont la vocation est de symétriser uniquement les entrées des Gates IRF510. Le courant de repos est fixé à 100mA par ajustage du circuit de polarisation spécifique à chaque mosfet IRF510, avec l'équilibrage des courants de repos dans chaque IRF510. L'impédance des Gates est flottante car non fixée par aucune valeur résistive de 27 Ohms insérée entre Gate et masse. Cet avantage est d'avoir moins de HF en excitation d'entrée pour un meilleur rendement en sortie.

Côté Drains, le transformateur de sortie **TR2** est un peu spécial et se compose de 2 ferrites binoculaires **BN43-202** de I-BIZNES les enroulements sont répartis sur les 2 ferrites binoculaires : les primaires côté Drains sont en série et côté secondaire en parallèle (faire attention au branchement des fils en parallèle qui doivent être en phase).

Note de l'auteur

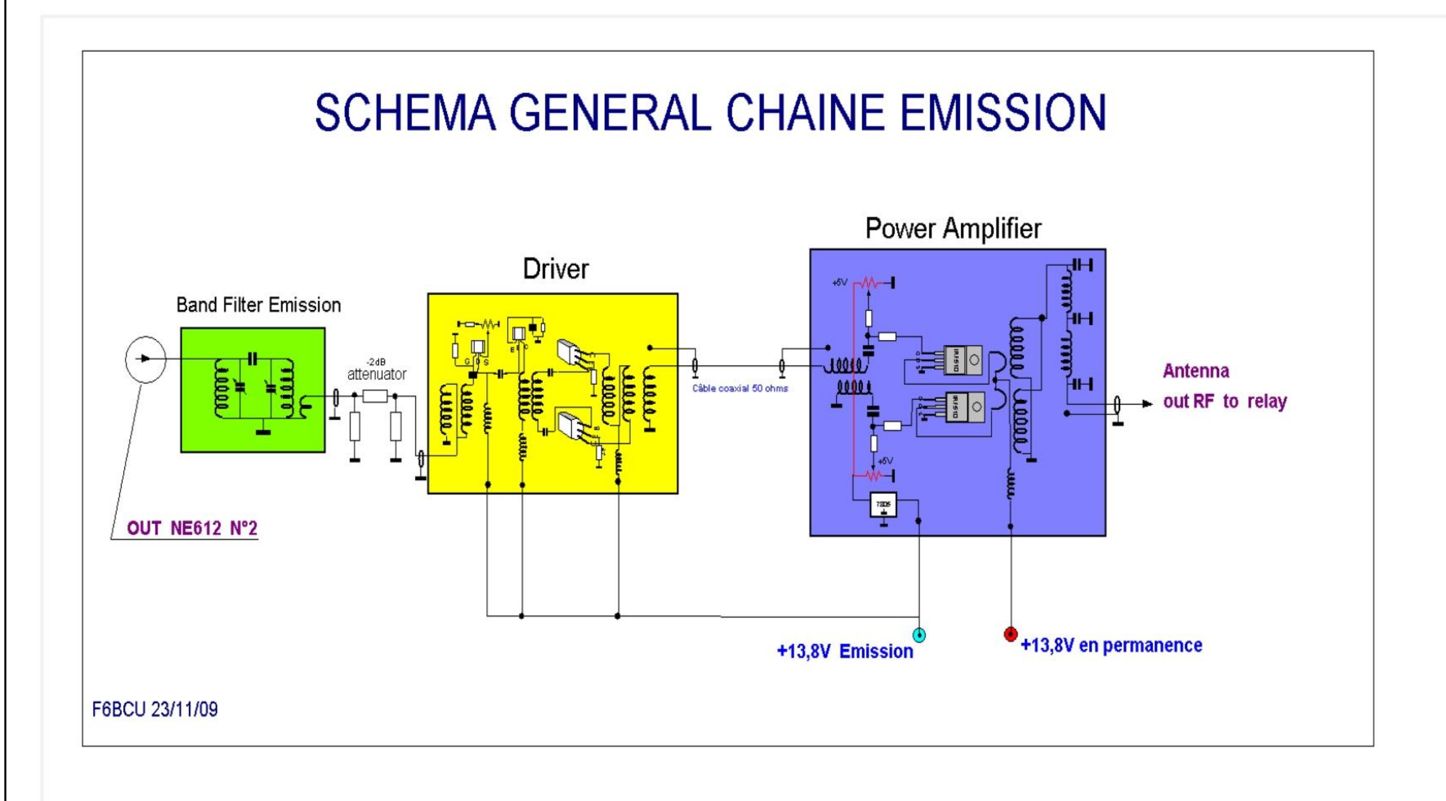
Une capacité de 270pF (220 + 47 pF) est insérée entre les drains ; elle est indispensable et fixe le point optimum de fonctionnement du push pull de IRF510, son absence fait chuter la puissance de 50%.

La sortie de TR2 est de 50 Ohms et se raccorde au classique filtre passe bas de sortie connecté au relais d'antenne émission /réception.

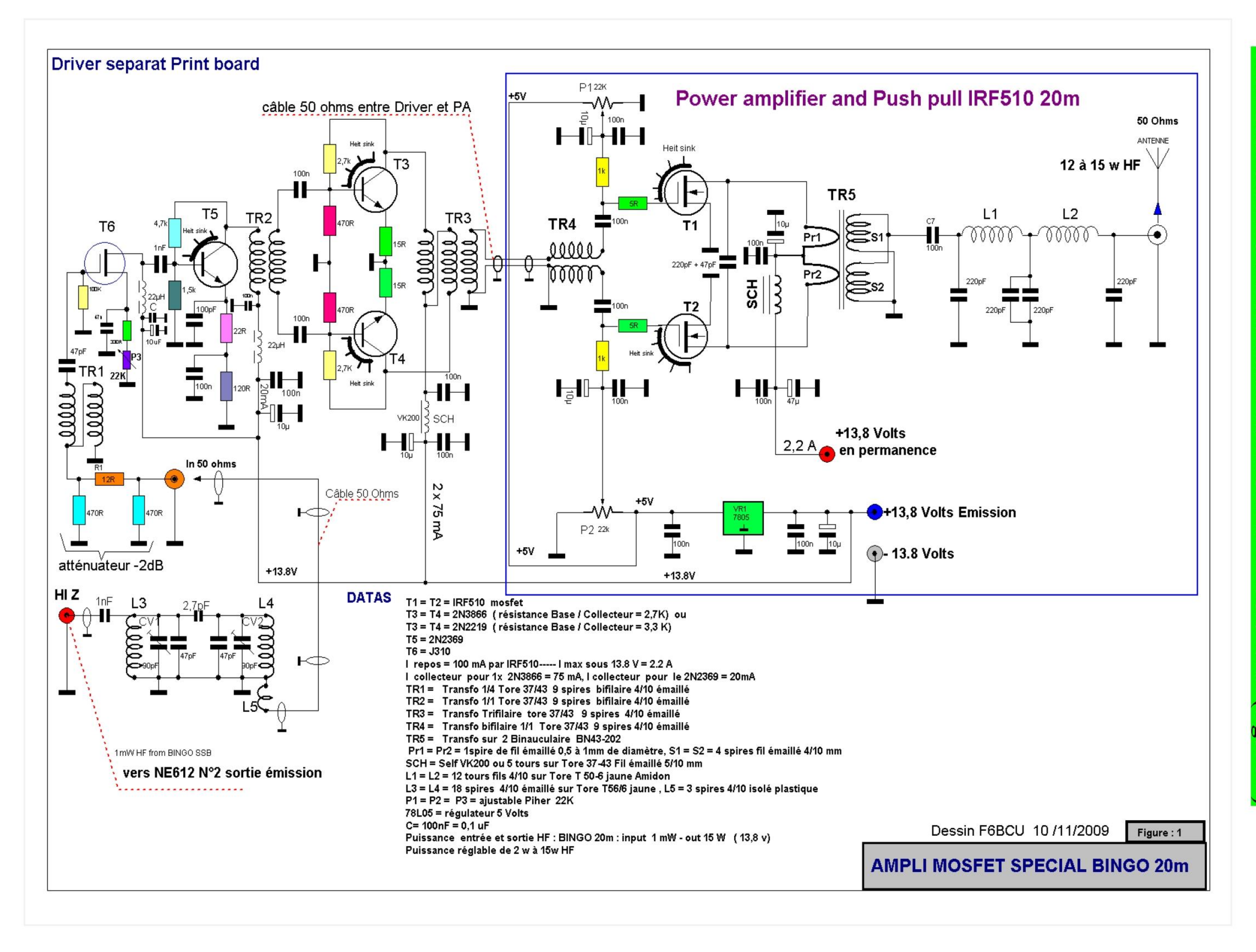
II--SCHÉMA GÉNÉRAL ÉMISSION

La chaîne émission se compose de 3 parties :

- Le Power Amplifier ou P.A,
- Le Driver,
- Le filtre de bande émission

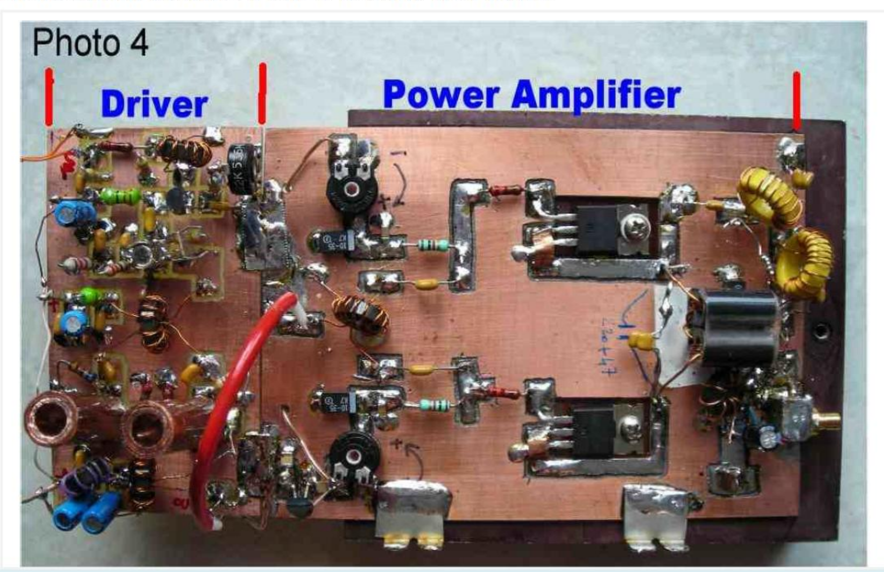


AMPLIFICATEUR LINÉAIRE SPÉCIAL BINGO 20m (figure 1)



LE POWER AMPLIFIER – ÉTAGE DE PUISSANCE

Il faut revenir sur cet étage pushpull de 2 x IRF510 déjà décrit en partie précédemment. Il est assemblé sur un circuit imprimé séparé et est relié à l'étage Driver par un petit câble coaxial 50 Ω dans la version réduite.
Il existe en 2 versions identiques P.A., mais l'une est sur le circuit imprimé standard, l'autre sur un circuit imprimé réduit et accepte d'être monté sur un refroidisseur CPU d'ordinateur avec sa soufflerie. Ces deux versions seront décrites l'une à la suite de l'autre.



Le Driver et le P.A. sont assemblés côte à côte, la liaison inter platines est effectuée par le câble coaxial de couleur rouge

DÉTAIL DES COMPOSANTS AMPLI MOSFET SPECIAL BINGO 20M :

T1 = T2 = IRF510 MOSFET-----T3 = T4 = 2N3866 (résistance Base /Collecteur = 2,7k)
ou T3 = T4 = 2N2219 (résistance Base/Collecteur = 3,3k)
T5 = 2N2369--------T6 = J310

I repos = 100 mA par IRF510-------I max sous 13,8Volts = 2,2 A
I collecteur pour 1 x 2N3866 = 75 mA-------I collecteur pour le 2N2369 = 15 à 20mA

TR1 = Transfo 1 / 4 sur Tore 37/43, 9spires de fil bifilaire torsadé (3 boucles au cm) émaillé 4 /10ème
TR2 = Transfo 1 / 1 sur Tore 37/43, 9 spires de fil bifilaire torsadé (3 boucles au cm) émaillé 4 / 10ème
TR3 = Transfo trifilaire sur Tore 37/43, 9 spires torsadé (3 boucles au cm) fil émaillé 4 /10ème
TR4 = Transfo bifilaire 1 / 1 sur Tore 37/43, 9 spires (3 boucles au cm) émaillé 4 /10ème
TR5 = Transfo sur 2 x Binoculaires BN43-202, Pr1 = Pr2 = 1 spire de fil émaillé 5 à 8 / 10ème émaillé,
S1 = S2 = 4 spires fil émaillé 4 / 10ème sur Binoculaire

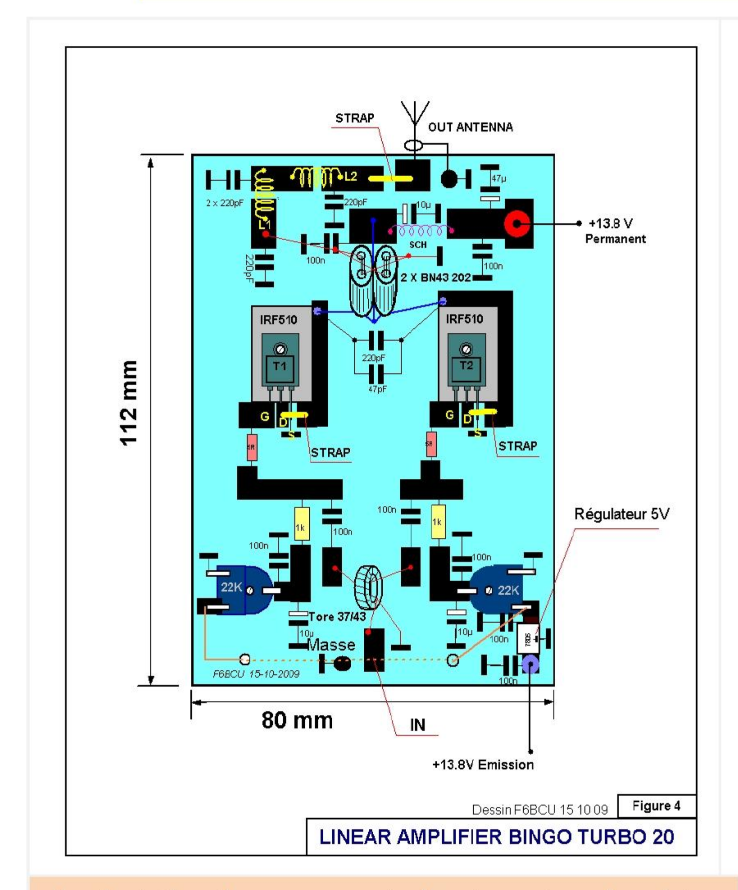
SCH = Self de choc VK200 ou 5 spires de fil 5 / 10ème sur Tore 37/43

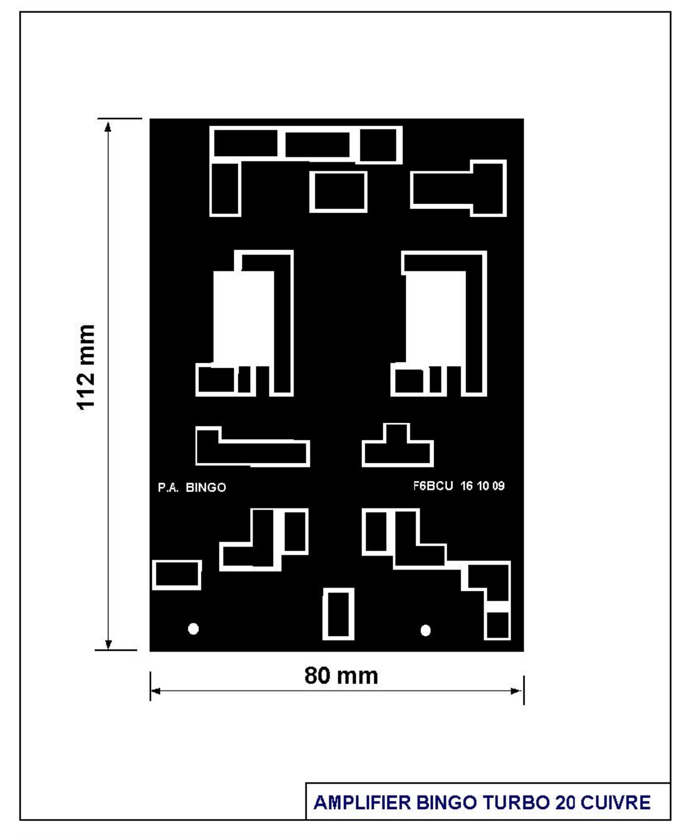
L1 = L2 = 12 spires de fil 4/10ème émaillé sur tore T50-6 Amidon jaune
L4 = L4 = 18 spires de fil 4/10ème émaillé sur tore T50-6 Amidon jaune

P1 = P2 = P3 = résistance ajustable Piher 22K
78L05 = régulateur 5 V 100mA
C = 100nF = 0,1 uF

Puissance entrée et sortie HF : BINGO TURBO 20m :
Input 1mW HF -----out 15 W HF (13,8V)
Puissance HF réglable de 2à 15 W HF par P3

III—CONSTRUCTION DU P.A. (1ère Version standard)

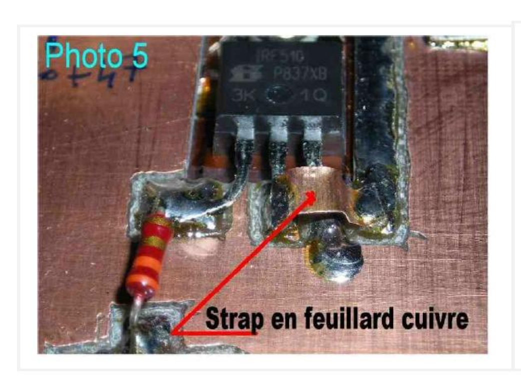


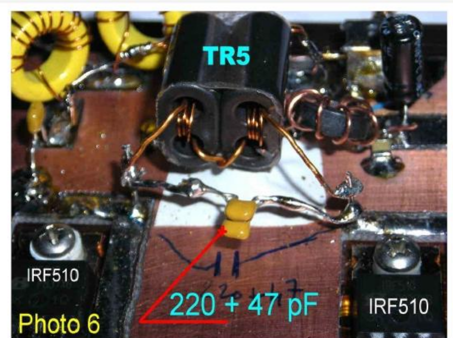


Implantation des composants directement sur les pistes en cuivre le plan de masse n'est pas représenté

Circuit imprimé côté cuivre les composants sont soudés au dessus, époxy cuivré simple face

DÉTAILS DE CONSTRUCTION





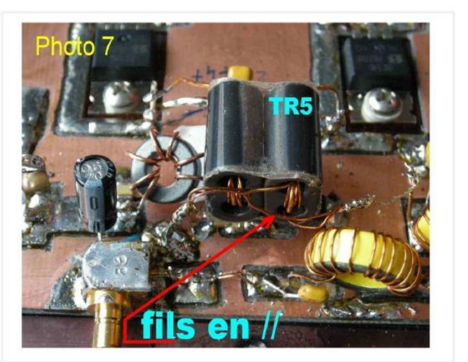
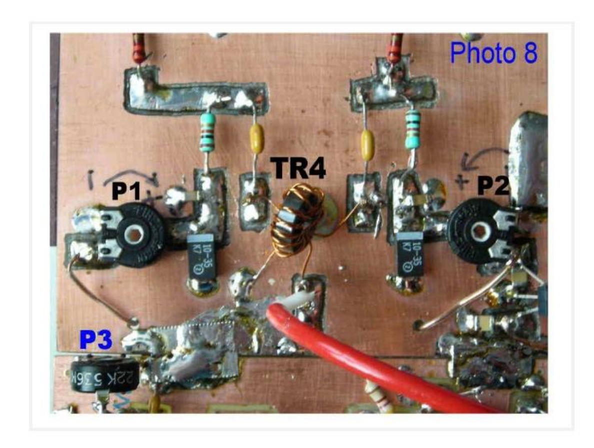


Photo 5 détails du **strap** en feuillard de cuivre qui relie la sortie Drain IRF510 à la piste qui se raccorde sur TR5.

Photo 6 détails de TR5 côté Drains des 2 x IRF510. La capacité de 270pF (220 + 47 pF) est indiquée.

Photo 7 détails de TR5 côté sortie antenne à voir les fils disposés en parallèle à la sortie de S1 et S2.





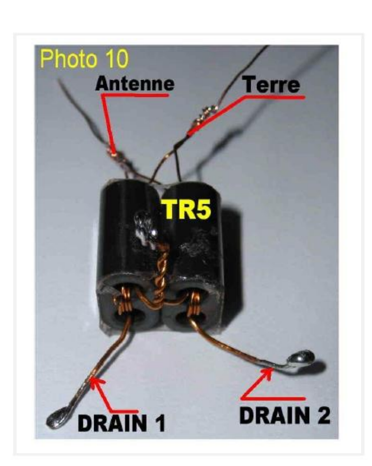


Photo 8 détails de TR4 et de son raccordement. à noter le positionnement de P1, P2, P3

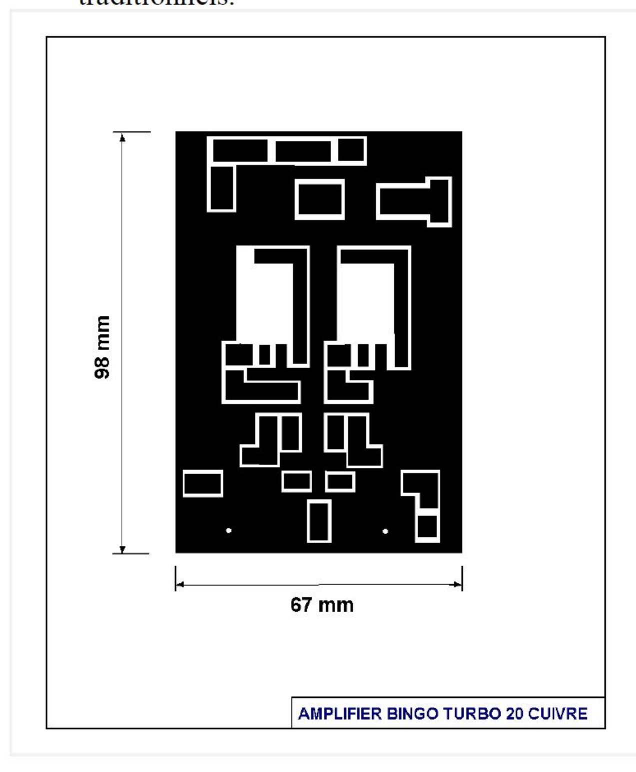
Photo 9 détails des fils de sortie de TR5 des enroulements S1, S2 croisement des fils en parallèle.

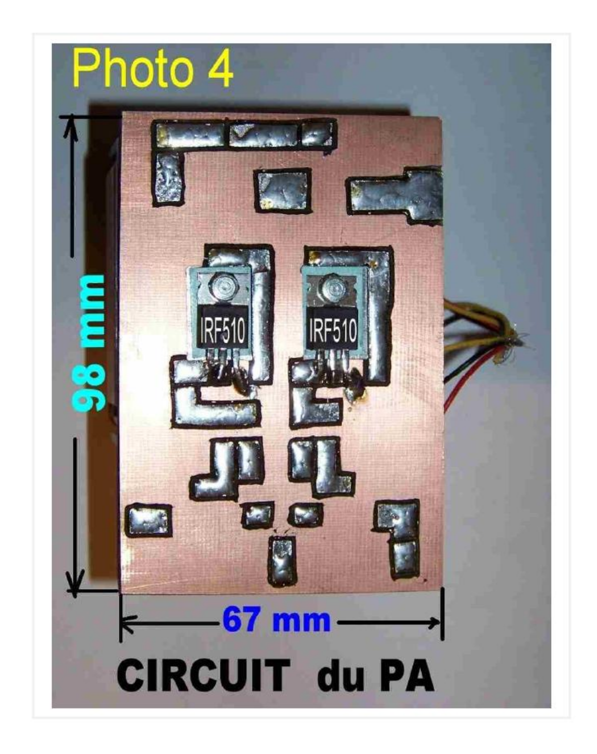
Photo 10 détails des fils de TR5 enroulements Pr1et Pr2 qui se raccordent sur les Drains des IRF510.

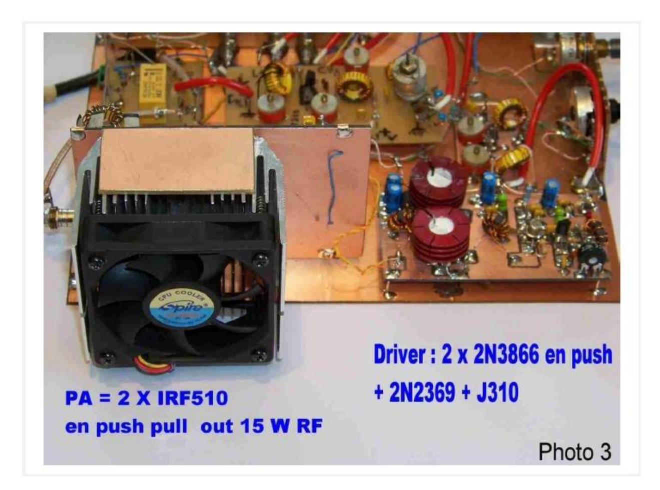
Remarque de l'auteur :
Dans la 2ème partie de l'article, chapitre finalisation et réglages nous détaillerons avec quelques dessins l'assemblage des différents transformateur notamment trifilaires et binoculaires.

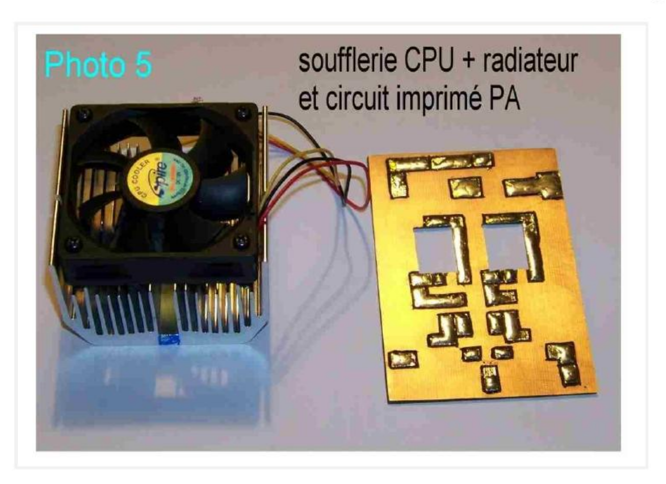
CONSTRUCTION DU P.A. (Version réduite)

Le circuit imprimé du P.A. a été redessiné pour être plus petit et mieux intégré dans le coffret d'un transceiver. Rien ne change dans la disposition des éléments et la planche (figure 4) concernant l'implantation des composants n'est pas modifiée et reste valable. Certains composants au lieu dêtre disposés implantés à plat sont verticaux ; mais il est aussi possibles à certains endroits pour les postes de découplage par condensateurs de disposer de CMS ou SMD en remplacement de composants traditionnels.









Dans la 2ème partie sera décrit le Driver, le filtre de bande émission, un chapitre pour les réglages et tours de mains.

Fin de la 1ère Partie

F8KHM –Radio club de la Ligne bleue en Déodatie
SAINT DIE DES VOSGES—France

F6BCU- Bernard MOUROT—9 rue de Sources—REMOMEIX--VOSGES
27 novembre 2009

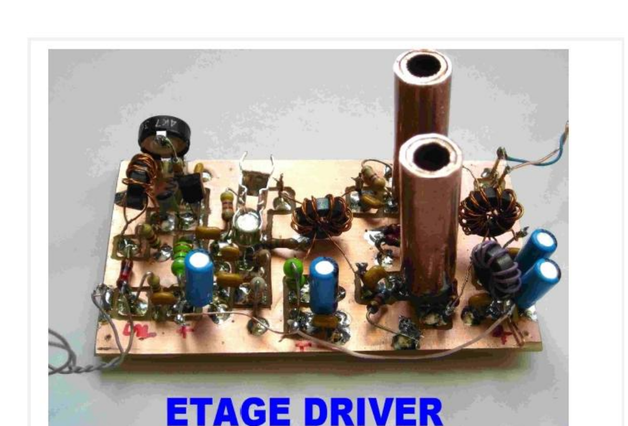
DEOMECANO - BINGO

POUR BIEN CONSTRUIRE SON TRANSCEIVER MONO-BANDE QRP, SSB OU CW

AMPLIFICATEUR SSB 15 W HF BANDE 20m
sur circuit imprimé

par F6BCU Bernard MOUROT

2ère Partie





I—ÉTAGE DRIVER

La conception d'un étage Driver performant a aussi demandé un gros travail d'expérimentation car il fallait obtenir une ensemble amplificateur large bande d'un gain de l'ordre de 40dB en amplification, très stable et générant une puissance de 500 à 700 mW HF.

L'étage mélangeur NE612 N°2 du « **GÉNÉRATEUR SSB BINGO** » délivre au maximum de 0,5 à 1mW HF dans les meilleures conditions notamment sur 20 mètres.

Pour le schéma général et électronique de l'étage Driver vous reporter à la première partie de l'article.

- Pour attaquer le P.A. de 2 x IRF510 en push pull, il est fait également usage d'un push pull de 2N2219 ou 2N3866 qui délivre de 0,5 à 0,7 Watts HF sous 13,8 volts. La polarisation est ajustée en conséquence (consulter les valeurs des résistances dans les **Datas**) pour un courant collecteur de 75 mA par transistor et un bon radiateur.

- Le push pull de 2N2219 ou 2N3866 est excité par un transistor nerveux, un 2N2369 d'une fréquence de transition de 500 MHz, sous 15 à 20 mA de courant collecteur. Un petit radiateur est conseillé.

- Pour avoir suffisamment de signal sur le 2N2369 il manquait 3 à 4 dB de gain supplémentaire. Un transistor à effet de champ type J310 fait l'affaire, mais dès mise sous tension l'ensemble part en auto-oscillation.

- A cet effet le transistor J310 a été essayé en Gate à la masse entrée par la source. Le gain obtenu est insuffisant.

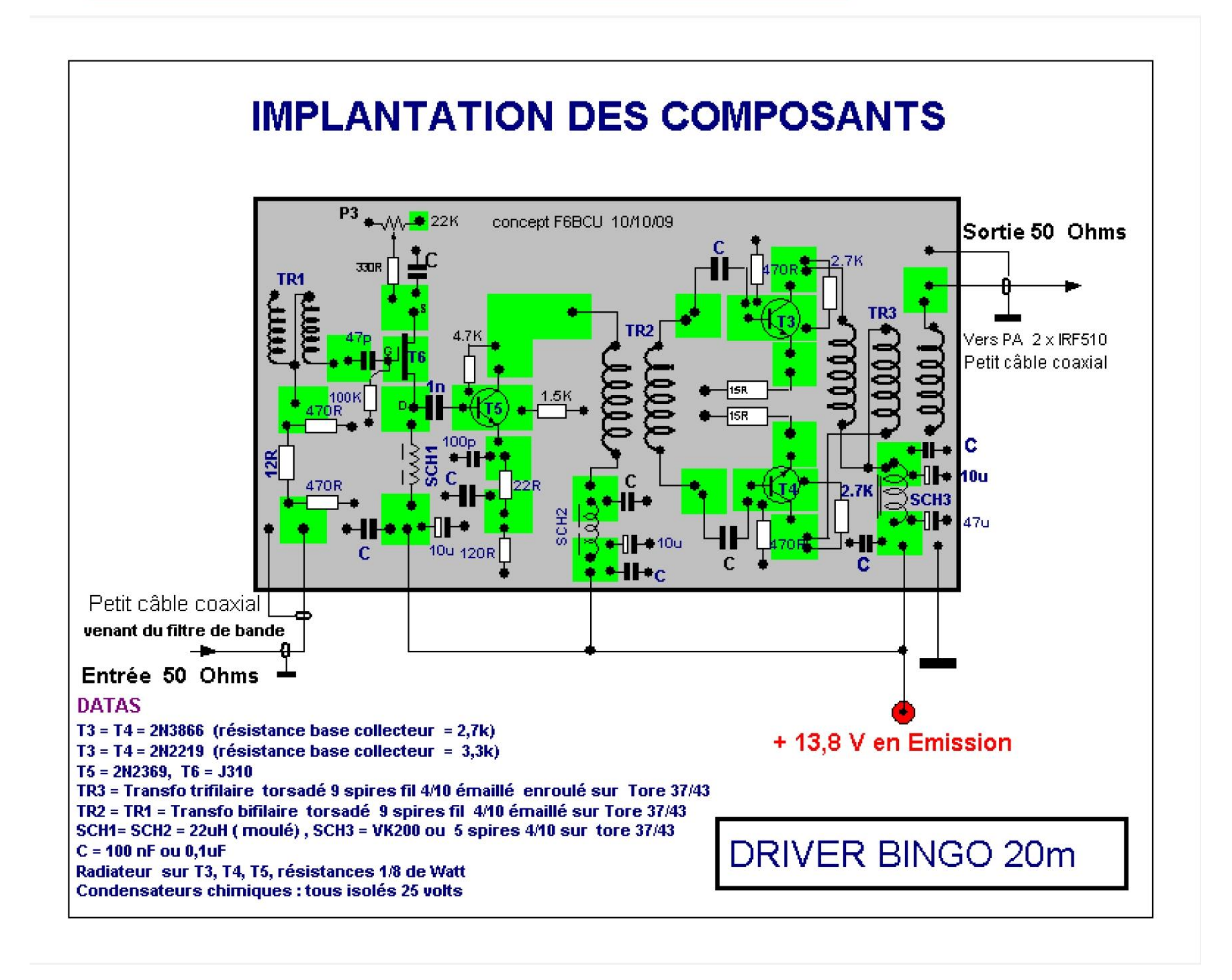
- Nous sommes donc revenus au montage (source commune) classique de l'amplificateur type. Avec un additif : abaisser l'impédance d'entrée côté Gate par un transformateur large bande de rapport 1 / 4 raccordé et forcer l'impédance à 50 Ω avec un atténuateur en pont à -2 dB.

- Dans ces conditions tout fonctionne parfaitement avec le gain et la stabilité souhaité. Bien entendu un double filtre de bande accordé sur la bande des 20 m placé entre la sortie du mélangeur N°612 N°2 du « GENERATEUR SSB BINGO » et le Driver sera inséré dans la chaîne amplificatrice avant le Driver pour assurer la sélectivité du signal SSB.

CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DU DRIVER

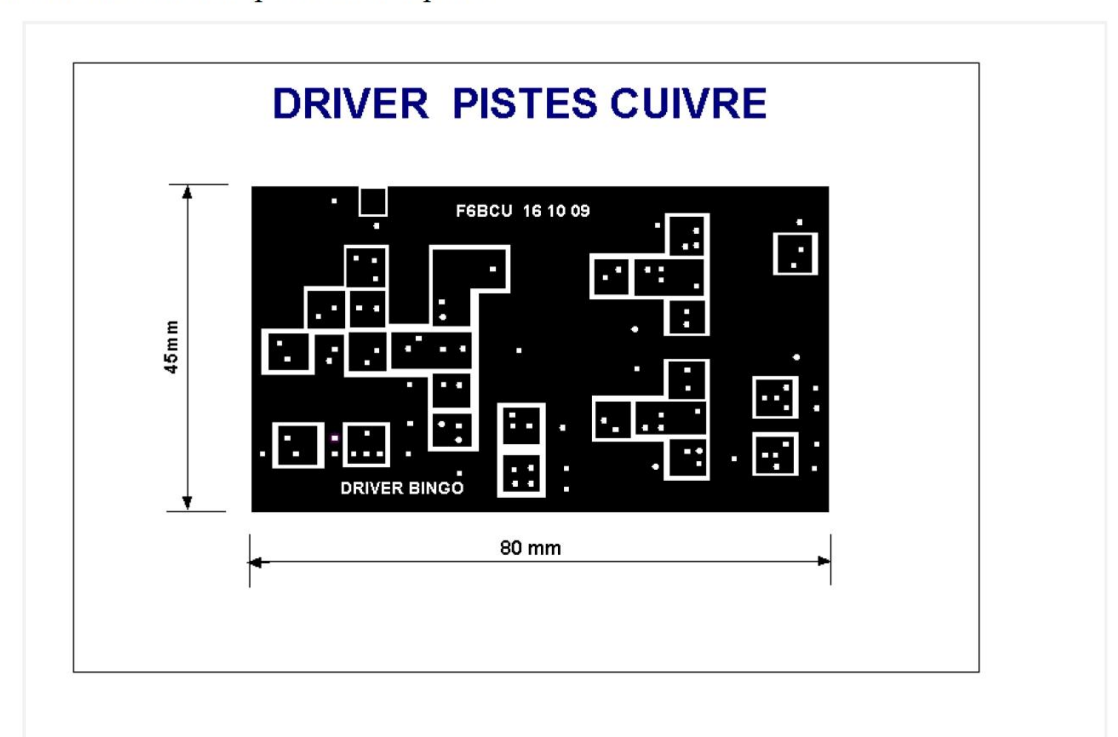
Nous avons dessiné un petit circuit imprimé pour le Driver. L'implantation des composants se fait en surface côté cuivre par simplicité. Ce circuit imprimé peut être développé au perchlorure après insolation ou être détourés directement à la fraise et au Dremel. Tous nos montages P.A. et Driver sont détourés à la fraise pour un gain de temps considérable.

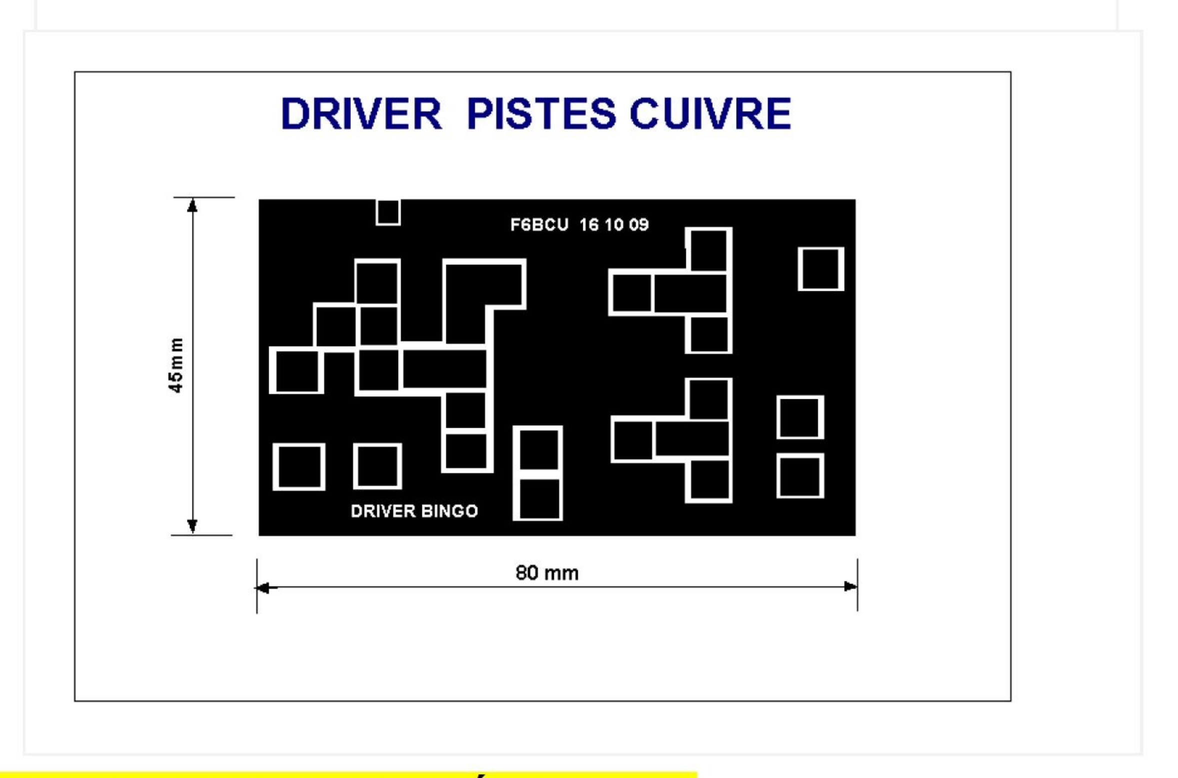
IMPLANTATION DES COMPOSANTS CIRCUIT DRIVER.



CIRCUIT IMPRIMÉ CÔTÉ CUIVRE

Il existe en deux versions percé ou non percé.

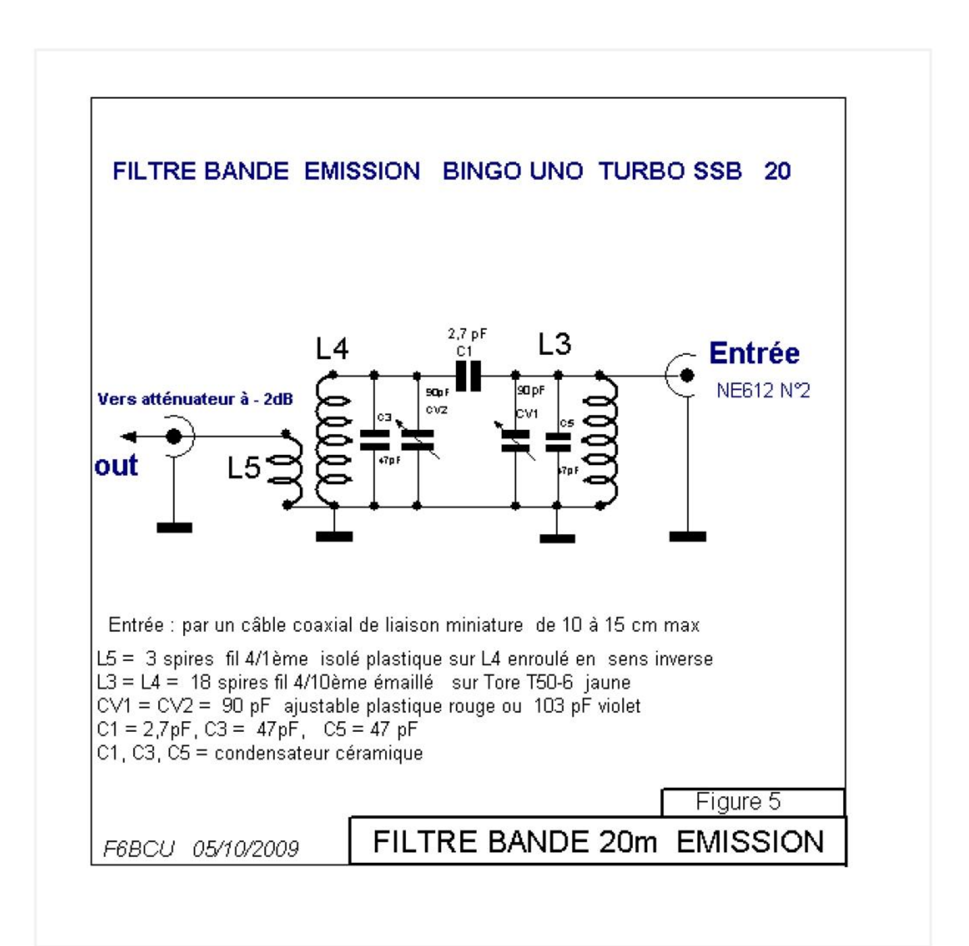




II—FILTRE DE BANDE ÉMISSION

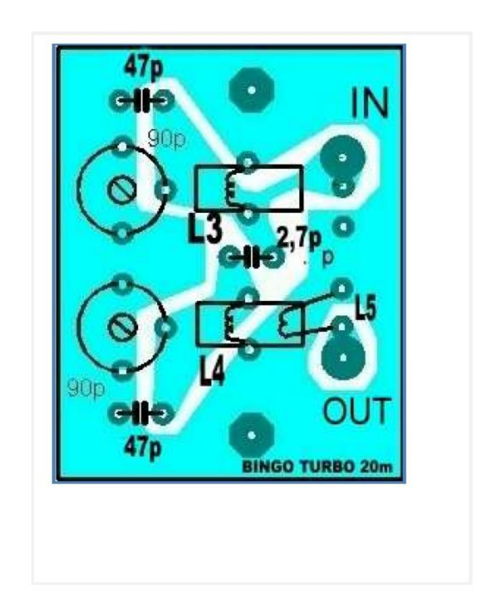
Le schéma est un classique avec adaptation des impédances.

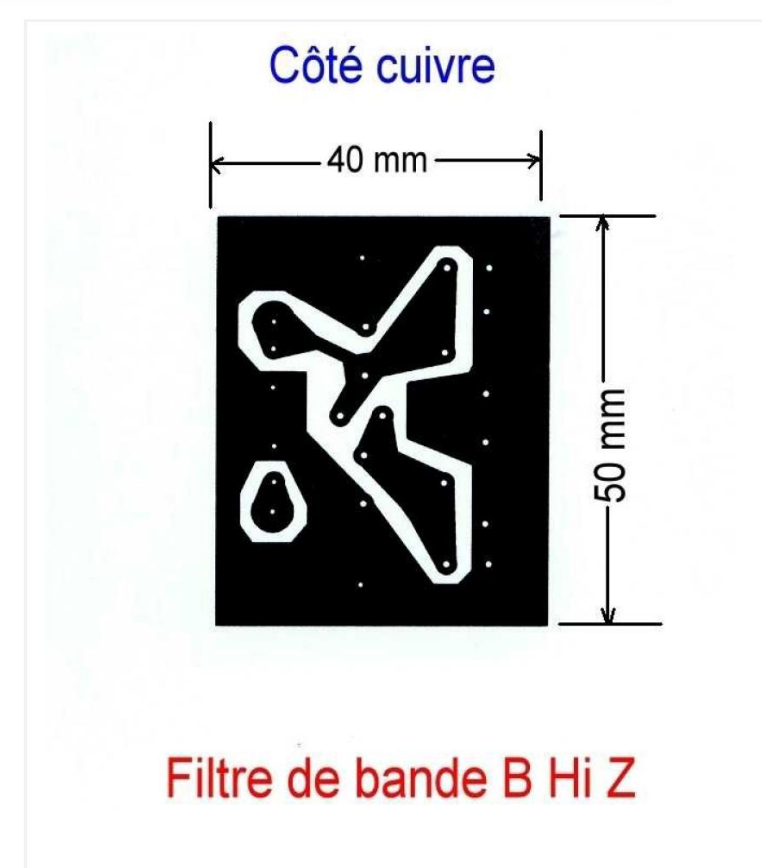
- Nous sommes en présence d'un double de filtre de bande 20m.
- Côté NE612 N°2 l'attaque est en haute impédance et en sortie côté Driver nous sortons en 50Ω



IMPLANTATION DES COMPOSANTS FILTRE DE BANDE ET CUIVRE

IMPLANTATION



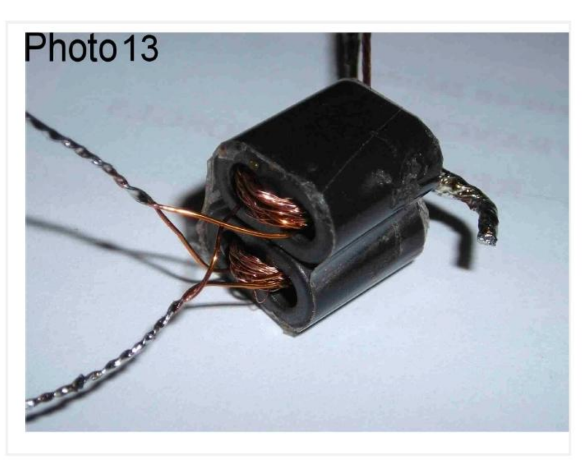


III—FINALISATION ET RÉGLAGES

TRANSFORMATEUR BINOCULAIRE

Nous revenons sur le transformateur binoculaire TR5 de sortie du P.A. pour bien détailler les connexions des fils S1 et S2 de l'enroulement secondaire. Les photos 11 et 13 présentent avec clarté le branchement des fils en parallèle.





PUISSANCE DE SORTIE

La confection des selfs L1 et L2 du filtre passe-bas de sortie, est à soigner particulièrement en répartissant l'enroulement sur toute la périphérie du Tore et l'écartement entre les sortie doit former environ un angle d'ouverture 20°. Il faut aussi harmoniser l'intervalle entre spires. Nous avons relevés des différences puissances de l'ordre de 8 watts HF au lieu des 13 watts escomptés du fait de bobines mal faites et déformées, suites aux nombreuses expérimentations, dessoudages et ressoudages des composants.

RÉGLAGES

- Vous reporter à la première partie de l'article et disposer les éléments en ligne comme sur le « **Schéma général chaîne émission** » chapitre – II.

- Il faut vérifier les courants des différents étages :
  J310 = 10mA, 2N2369 = 15 à 20mA, 2 x 2N2219 ou 2N3866 = 150mA +/- 10mA
  Régler le courant de repos des IRF510 à 100mA par mosfet

- Brancher une charge fictive 50 Ω + wattmètre à la sortie du P.A.

- S'assurer du bon câblage émission sortie NE612 N°2, au filtre de bande émission, de la liaison par câble coaxial de 10 à 15 cm de long, ainsi que des autres éléments de la chaîne émission.

- Mettre le transceiver BINGO SSB 20m en position émission et siffler dans le micro régler les condensateurs ajustables du filtre de bande émission pour un maximum de sortie HF ; un réglage sur 14,100 (côté NE612) et 14,250 Mhz (côté Driver).

- Vérifier la puissance de sortie qui doit- être entre 13 à 15 Watts HF sous 13.8 Volts.

- Vérifier la résistance ajustable P3 pour une sortie maximum de HF et un minimum vers 2 W HF.

- Déconnecter la charge fictive, se brancher sur le relais émission/réception et passer sur antenne 20m. Vous devez retrouver vos 13 à 15 watts HF avec un ROS de 1,2. En passer mesurer le courant Drain des IRF510 en pointe de modulation vous avez de 2,2 à 2, 5 A sous 13, 8 Volts.

Note de l'auteur :
Tous ces réglages ne sont qu'un rappel et sont largement connus des constructeurs.

Autre exemple d'étage DRIVER testé (3ème modèle assemblé)



CONCLUSION

Cette chaîne émission ne présente aucun problème dans sa construction et doit fonctionner du premier coup. Le prix de revient est modique pour une puissance de sortie intéressante. C'est aussi l'ouverture pour fonctionner confortablement sur 17 et 15 m.

Pour l'avenir se sont les nouveaux mosfets de Mitsubishi ; le prochain article sera la description d'un P.A. équipé de ces mosfets.

Fin de la 2ème partie

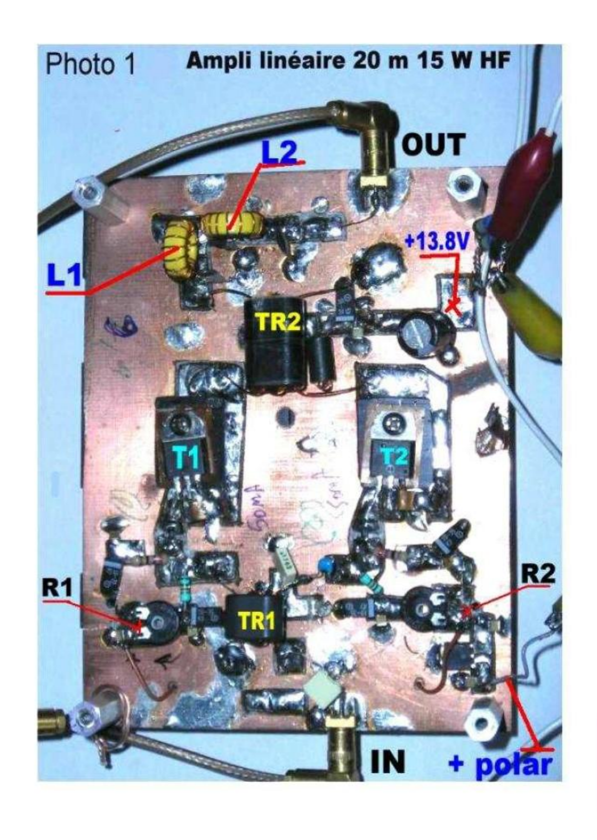
F8KHM –Radio club de la Ligne bleue en Déodatie
SAINT DIE DES VOSGES—France

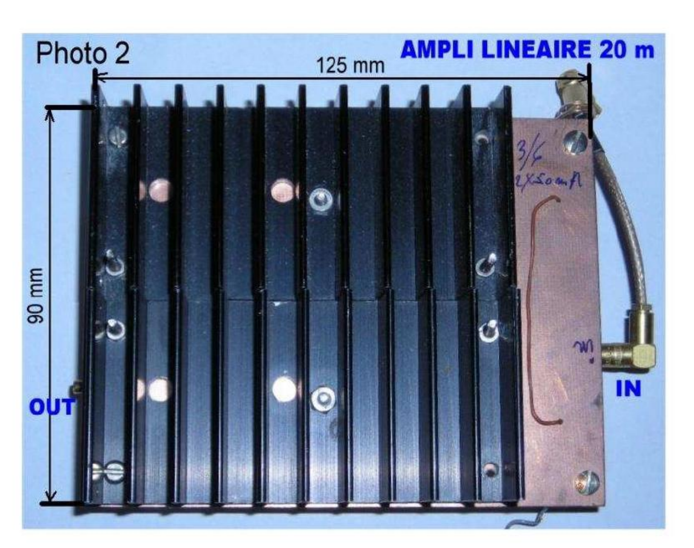
F6BCU- Bernard MOUROT—9 rue de Sources—REMOMEIX--VOSGES
27 novembre 2009

LES RÉALISATIONS DE LA **LIGNE BLEUE**
LE SAVOIR-FAIRE RADIOAMATEUR
AMPLIFICATEUR LINÉAIRE TURBO 20
15 Watts HF bande 20 mètres pour FT 817

par F6BCU Bernard MOUROT

La construction d'un amplificateur linéaire à l'aide de Mosfets de commutation genre IRF530, 540, sur les bandes basses 40 et 80 mètres en général donne de bons résultats, mais dès que l'on monte en fréquence les difficultés commencent. Un des problèmes majeur sont les types de tores ferrite utilisés. Depuis que nous nous sommes approvisionnés sur une série bien spécifique de tores : les séries BN43...binoculaires, les résultats obtenus sont encourageants.



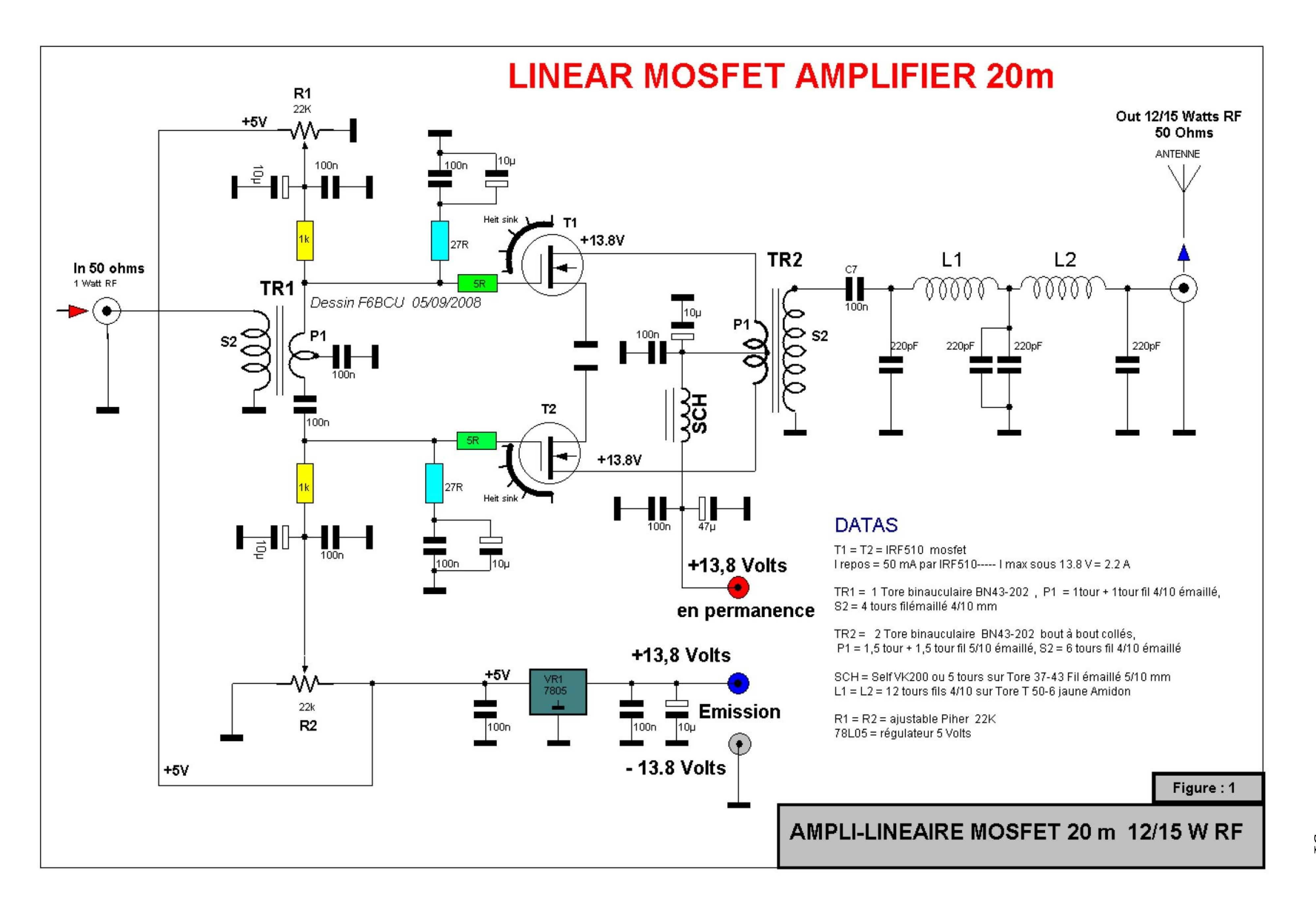


Le radiateur est surdimensionné pour éviter l'échauffement ; il doit en permanence rester froid

Nous disposons actuellement d'un amplificateur qui sort en puissance haute fréquence environ 15 Watts sous une tension d'alimentation de 13.8Volts. L'excitation d'entrée est relativement modeste, 1 watt HF est suffisant.

I—SCHÉMA DE L'AMPLIFICATEUR

Cet amplificateur fait suite à un transceiver QRP réglé sur 20m SSB. Il est inséré directement dans la chaîne émission dont la puissance de sortie a été volontairement baissée à 1 watt HF. Il est fixé sur le boîtier du transceiver, un raccord subclic le relie au propre relais d'antenne de l'appareil. Ultérieurement cet amplificateur sera équipé d'un Vox HF dans un coffret séparé pour être autonome et driver au choix un FT 817 ou tout autre transceiver QRP SSB CW.


LINEAR MOSFET AMPLIFIER 20m
R1
22K
+5V
In 50 ohms
1 Watt RF
TR1
S2
P1
100n
10µ
1k
27R
5R
Dessin F6BCU 05/09/2008
Heit sink
T1
T2
+13.8V
TR2
C7
L1
L2
220pF
SCH
47µ
Out 12/15 Watts RF
50 Ohms
ANTENNE
+13,8 Volts
en permanence
VR1
7805
22k
R2
Emission
- 13.8 Volts
DATAS
T1 = T2 = IRF510 mosfet
I repos = 50 mA par IRF510----- I max sous 13.8 V = 2.2 A
TR1 = 1 Tore binauculaire BN43-202 , P1 = 1tour + 1tour fil 4/10 émaillé,
S2 = 4 tours filémaillé 4/10 mm
TR2 = 2 Tore binauculaire BN43-202 bout à bout collés,
P1 = 1,5 tour + 1,5 tour fil 5/10 émaillé, S2 = 6 tours fil 4/10 émaillé
SCH = Self VK200 ou 5 tours sur Tore 37-43 Fil émaillé 5/10 mm
L1 = L2 = 12 tours fils 4/10 sur Tore T 50-6 jaune Amidon
R1 = R2 = ajustable Piher 22K
78L05 = régulateur 5 Volts
Figure : 1
AMPLI-LINEAIRE MOSFET 20 m 12/15 W RF

COMMENTAIRES TECHNIQUES SUR LE SCHÉMA

Notre choix c'est porté sur le transistor Mosfet IRF510 utilisé couramment dans certains montages de transceivers QRP SSB sur 40 et 80 mètres avec succès. Sur les fréquences supérieures notamment le 20m, l'IRF510 fonctionne correctement, mais son adaptation au niveau des impédances est très pointue et demande quelques précautions. Le choix de nouveaux tores comme évoqué précédemment a largement facilité la finalisation de la construction et son excellent rendement. Les valeurs des composants est le fruit d'une longue expérimentation ; mais le résultat obtenu en est une certaine satisfaction.

IMPÉDANCES (entrée et sortie)

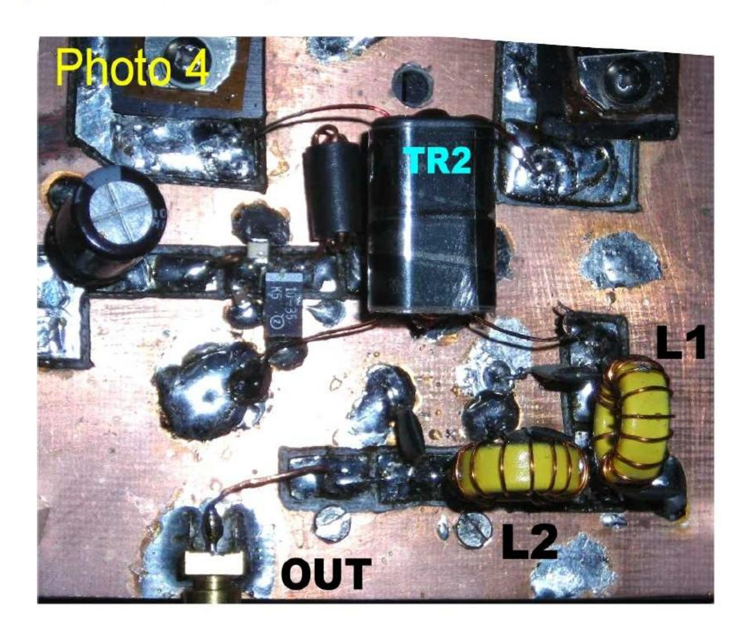
L'entrée (In) de l'amplificateur est au standard 50 Ω. Cette impédance est abaissée arbitrairement à 12 Ω par TR1 de rapport 4/1. Il serait judicieux de fixer par des résistances de 6 Ω l'impédance sur chaque Gate (6 + 6 = 12), mais l'excitation devrait être plus que doublée, aussi nous sommes nous arrêtés à 27 Ω juste compromis pour l'excitation et la non-présence d'auto-oscillation amortie par la résistance de 5 Ω en série dans chaque Gate.
Dans le temps, l'amplificateur est stable sans tendance à l'emballement, suite d'auto oscillation comme ce fut le cas pour les constructions précédentes.
Côté Drain l'impédance sur chaque transistor Mosfet est d'environ 6Ω. En montage push pull nous avons une impédance globale sur P1 de TR2 de : 6Ω + 6Ω = 12 Ω (la somme des impédances Drain de chaque Mosfet.). Le rapport de transformation s'élève à 12Ω x 4 = 50Ω, le rapport de P1 à S2 sur TR2 est de 1 à 4.

POLARISATION

La polarisation est ajustée individuellement sur chaque Gate par R1 et R2. Le courant de repos est fixé à 50 mA par Mosfet. En charge maximum sous 13.8 volts le courant Drain total est de 2.2A.

PUISSANCE (d'entrée et de sortie- input and output)

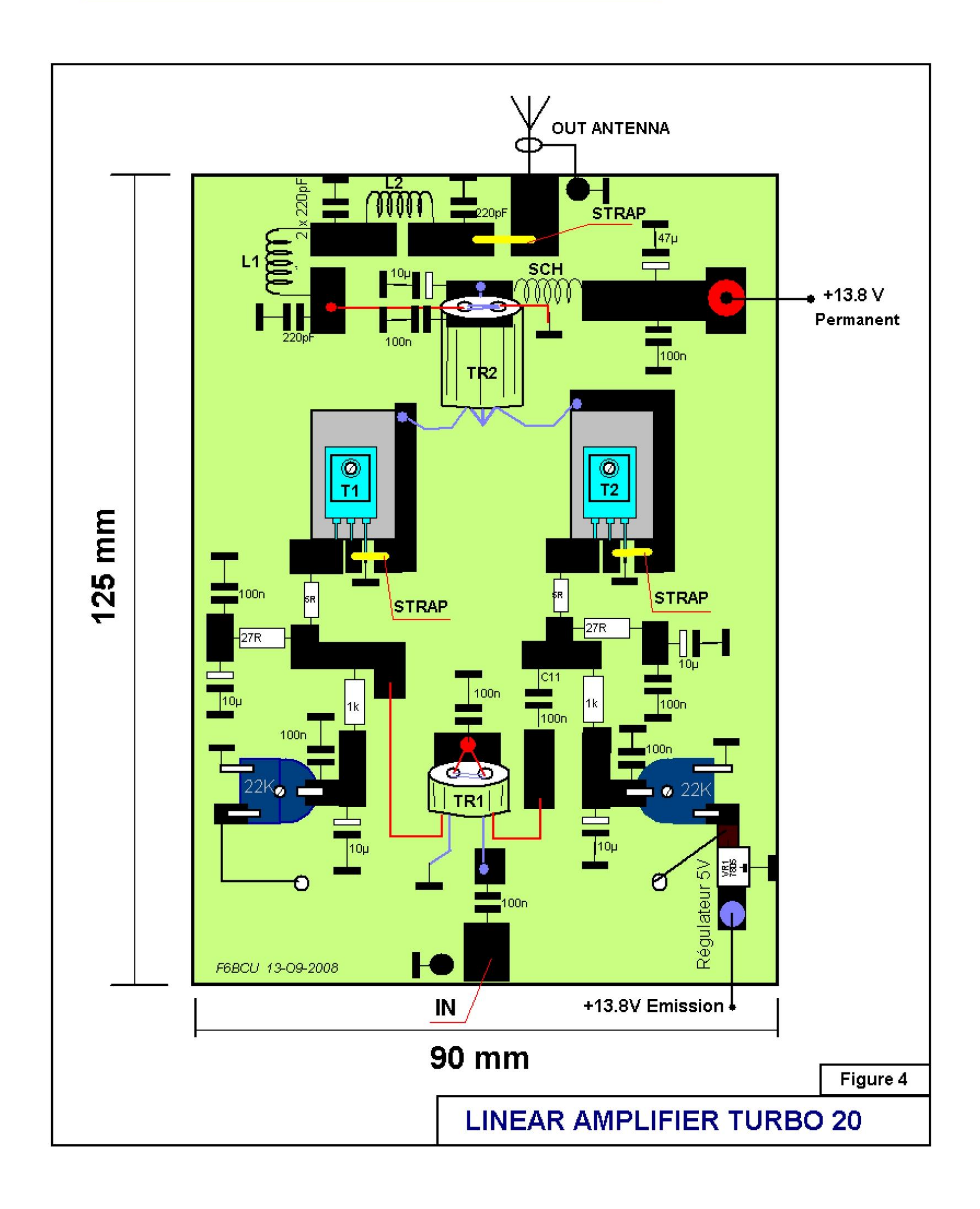
Cet amplificateur fonctionne sous plusieurs tensions, de 11 à 13.8 volts et de 20 à 30 volts. Nos essais principaux se sont effectués sous 13.8V. pour une puissance d'entrée (input) de 1 watt haute fréquence. La puissance de sortie atteint les 14/15 watts HF. Sous 11 volts on sort encore 8/9 Watts HF. Nous avons aussi utilisé la tension 24 volts, se sont plus de 30 watts HF, mais il faudra réadapter le transformateur de sortie TR2 dans son rapport de transformation pour une impédance correcte. (ROS au-delà de 2/1).



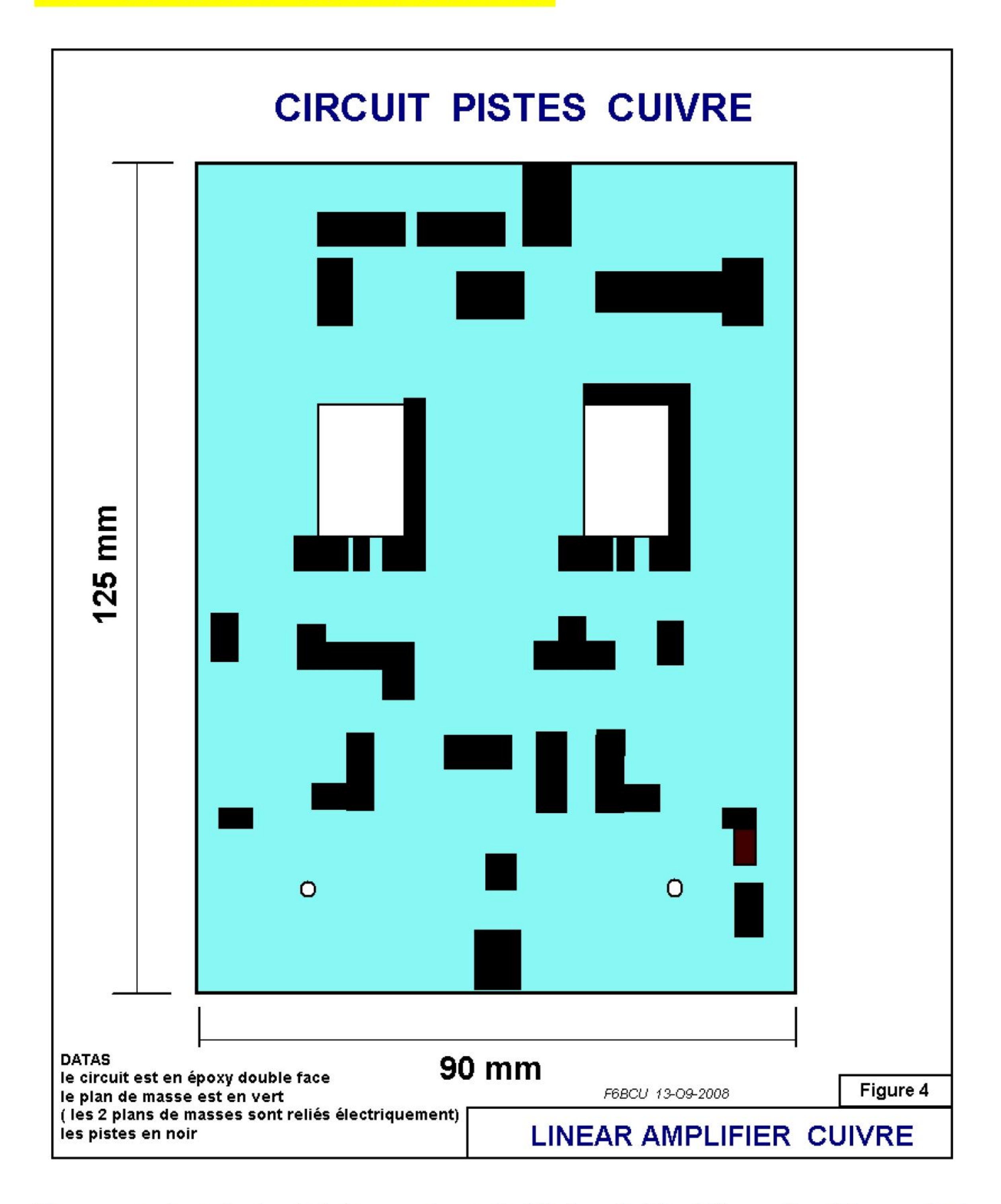
AUTRES BANDES :

L'amplificateur linéaire est conçu en large bande et peut fonctionner sur d'autres bandes dont le 18, 21, 24 et 28 MHz.
Sur la photo 4 en dessous de TR2, se situe le filtre passe-bas composé de L1 et L2.et diverses capacités (voir le schéma).
Pour travailler sur ces autres fréquences, il suffira d'adapter le filtre passe–bas aux valeurs requises déterminées sur les tableaux de données. Quant à la puissance HF de sortie disponible, l'expérimentation seule dira ultérieurement sa valeur sur les autres bandes de fréquences.

II--IMPLANTATION DES COMPOSANTS

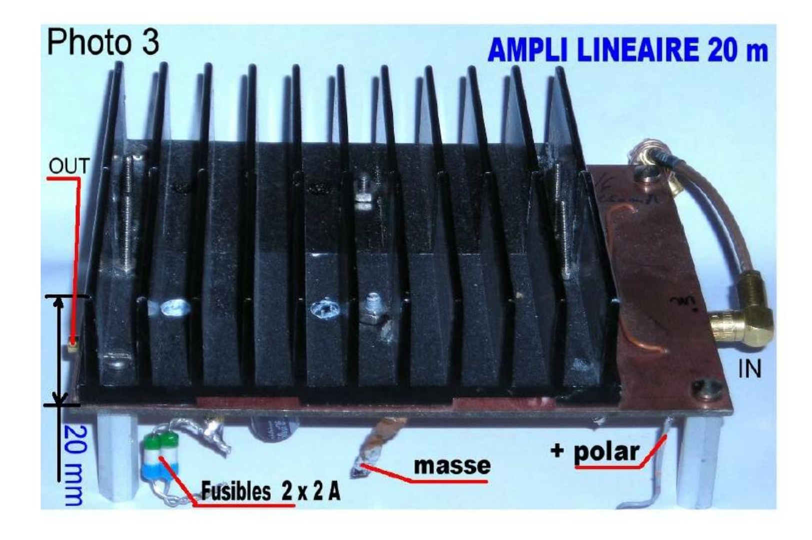


III—CIRCUIT CÔTÉ CUIVRE



Nous construisons le circuit de base en époxy double face de 90 x 125 mm. Les 2 faces cuivrées doivent être reliées électriquement au 4 angles par des U en feuillard de cuivre de 5mm soudés. Des lumières rectangulaires de 15 x 25 mm sont détourées dans le circuit de base pour le passage et la fixation des Mosfet sur le radiateur lequel est vissé sur le circuit de base (+ système isolant, canon téflon, plaquette mica, contact et refroidissement des Mosfets). Les pistes actives sont en couleur noire et détourée avec la fraise d'un Dremel, le plan de masse est matérialisé en vert clair. Touts les contacts de masse sont directement soudés sur le plan de masse en cuivre (vert clair).

IV--REFROIDISSEMENT

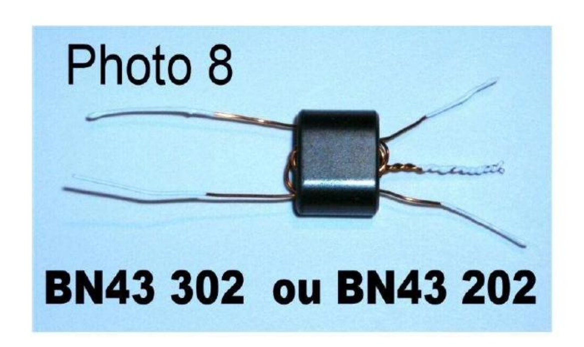


Le radiateur anodisé noir fait 90 x 90 mm au carré les ailettes de refroidissement sont conséquentes avec une hauteur de 2 cm. Un P.A., ça chauffe et il faut dissiper massivement la chaleur pour bien travailler ; un radiateur doit-être pratiquement froid surtout avec des Mosfets. Dans le cas où il commencerait à tiédir, ne pas hésiter à lui adjoindre une petite soufflerie de CPU d'ordinateur.

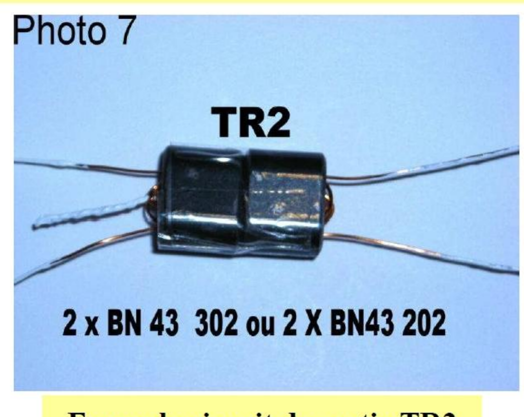
V—TORES FERRITE (input –output)

Dans beaucoup de constructions d'amplificateurs linéaires décamétrique la description se fait, les schémas sont diffusés, mais au niveau des Tores ferrite des circuits d'entrée et de sortie, c'est le vague et bien souvent le silence radio.
Dans toutes nos descriptions nous avons toujours laissé une part importante à l'approvisionnement en Tores et indiquer les références exactes pour les trouver, sans oublier aussi le nom du revendeur en France ou aux USA.
Voici les photos des tores que nous utilisons ; se sont les tores à 2 trous ou binauculaires de références bien précises disponibles en France à la firme I-BIZNES visible sur Internet. C'est aussi notre fournisseur de composants pour le KIT de dépannage BINGO.

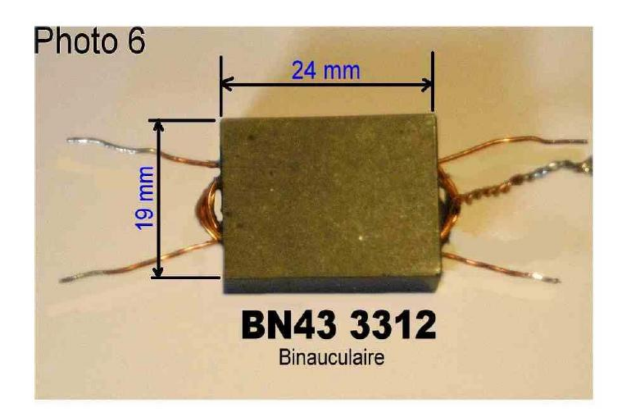
L e Tore ferrite binauculaire BN 43-302 ou BN43202 est réservé au circuit d'entrée et de sortie de l'amplificateur linéaire TURBO 20m



Exemple circuit d'entrée TR1

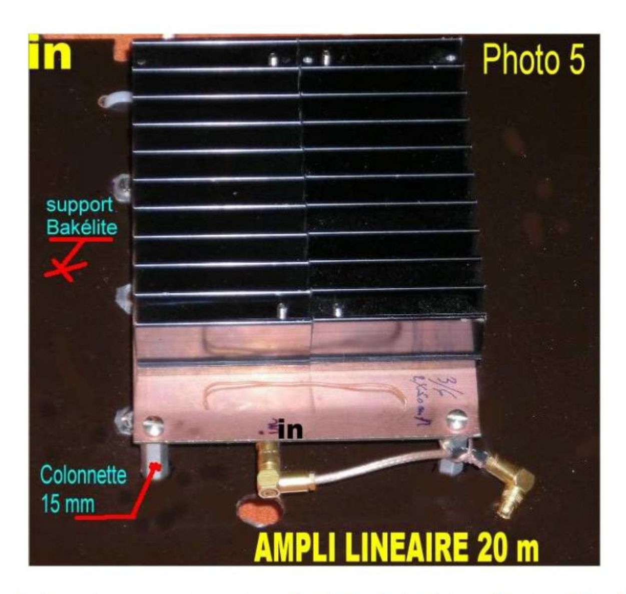


Exemple circuit de sortie TR2



Le tore BN43 3312 a été expérimenté sur divers amplificateurs linéaires à Mosfets, notamment sur les bandes 40 et 80 m. Le rendement est supérieur d'environ 25 % par rapport aux Tores de chez Conrad électronique. Dans son article sur les amplificateurs linéaires F1JBX confirme l'augmentation de la puissance de sortie. Expérimenté sur 20 m, le tore BN43 3312 fonctionne très bien et accepte des puissances dépassant les 50 watts HF.

VI—CONSTRUCTION ET MISE AU POINT.



ASSEMBLAGE :

La platine de base est vissée ou boulonnée sur le radiateur. 4 colonnettes filetées de 15 mm, diamètre 3 ou 4 mm ISO, permettent la fixation de l'amplificateur sur tous supports. Nous conseillons de souder sur les entrées et sorties IN et OUT un connecteur qui facilitera les mesures et autres branchements.

MISE AU POINT

Régler le courant de repos pour T1et T2 à 50mA. Brancher le **+13.8 volts en permanence,** et le **+ 13.8 volts au niveau de la polarisation** (commande émission). Connecter en sortie une charge fictive de 50 Ohms et un wattmètre. Injecter de la HF 20m à l'entrée sans dépasser 1 Watt.

A la mise sous tension, la HF doit faire dévier l'indicateur du Wattmètre vers 15 watts HF, l'intensité mesurée sous 13.8 volts peut dépasser les 2 A et même atteindre 2.5 A.

CONCLUSION :

Cet amplificateur linéaire est d'un prix de revient très bas, d'une construction facile, avec des composants disponibles, idéal pour booster un transceiver QRP **FT 817** SSB, CW en fixe ou en portable.

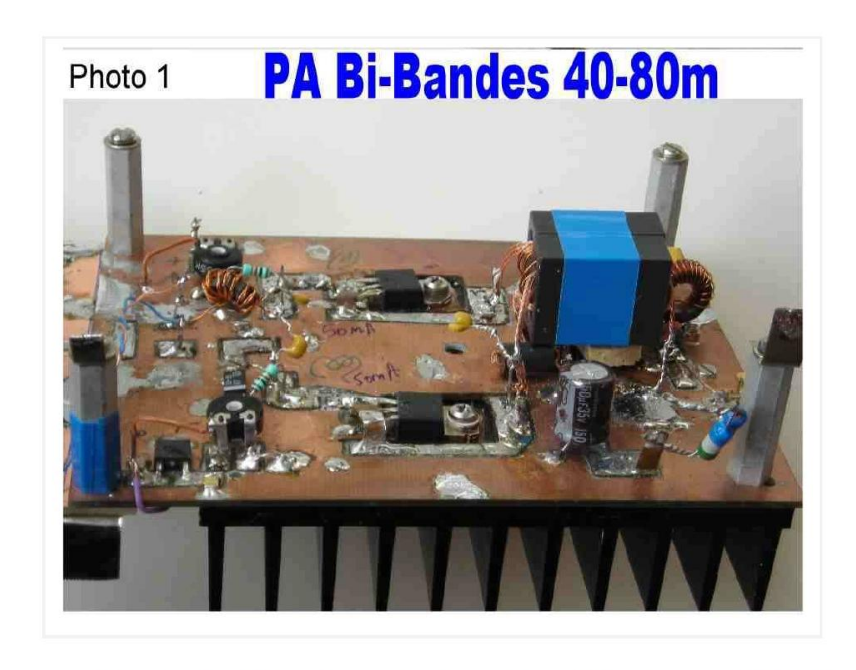
Article écrit spécialement pour la revue Ham mag
F6BCU / F8KHM ---Bernard MOUROT
REMOMEIX—88100—VOSGES
16 février 2009

DEOMECANO - BINGO

Pour bien construire son Transceiver mono-bande QRP, SSB ou CW

AMPLIFICATEUR SSB 25 W HF 40 et 80m
sur circuit imprimé

par F6BCU Bernard MOUROT



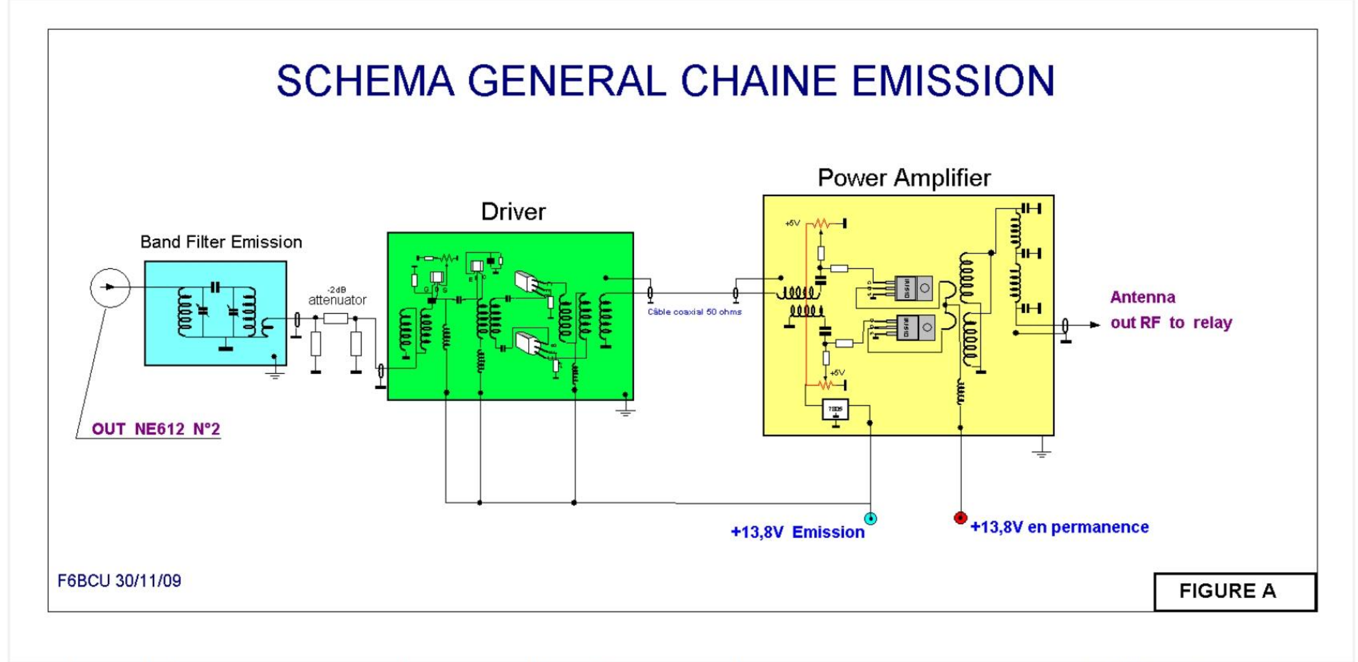
En août 2006, la revue Mégahertz diffusait un article « L'amplificateur TURBO 40 ». Il s'agissait de la description d'un amplificateur linéaire équipé d'un pushpull de Mosfets IRF530 délivrant 25 à 30 watts HF sous 13,8 volts et 70 à 80 watts HF sous 24 volts dans la bande des 40 m. L'ensemble était autonome dans un coffret séparé avec Vox HF incorporé. Une puissance de 1 watts HF étant largement suffisante pour l'excitation.

Nous vous proposons dans l'article qui va suivre un ensemble complet avec Driver et P.A. de 25 watts HF destiné à être intégrer dans la chaîne émission d'un transceiver BINGO, directement à la sortie émission du générateur SSB. La version existante fonctionne sans problème sur 40 ou 80 m et sera peut-être l'ouverture à un futur concept d'un transceiver BINGO bi-bandes 40 et 80 mètres.

*La puissance de Sortie basique est confortable environ 25 watts HF sous 13,8 volts et plus suivant la bande, mais il sera possible d'ajuster la puissance de sortie de 2 à 25 watt HF. La construction de cet amplificateur bi-bandes a été rendue possible par la disponibilité sur le marché des composants de nouveaux **« Tores binoculaires les BN43-3312 »** d'origine U.S.A. disponibles pour un petit prix chez I-BIZNES composants électroniques d'Internet.*
Ces tores sont spécialement adaptés à l'émission HF en décamétrique dans utilisation de la technique large bande pour des puissances de l'ordre de 100 watts HF et plus.

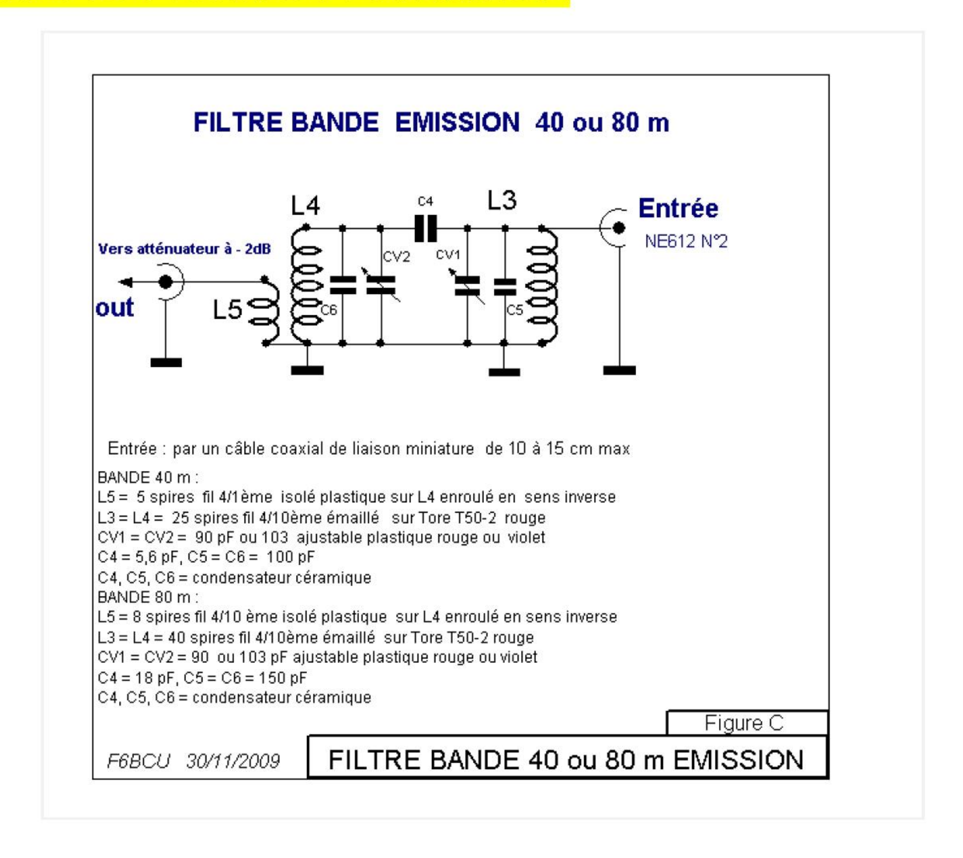
Les transceivers BINGO sont modulables à façon suivant le principe du MECANO BINGO et concevoir des modules HF s'adaptant facilement pour en augmenter confortablement la puissance tout en étant réglables pour rester QRP sont une évolution incontournable du concept BINGO.

SCHÉMA GÉNÉRAL DE LA CHAÎNE ÉMISSION



Cette chaîne émission possède un gain d'amplification relativement important environ 53dB et demande quelques précautions dans son implantation. Si le filtre de « **Bande émission** et **l'étage Driver** » sont disposés horizontalement, nous conseillons que le **« Power Amplifier** » soit disposé à la verticale pour faciliter le refroidissement en complément d'une soufflerie d'ordinateur.

I—FILTRE DE BANDE ÉMISSION



Le filtre de bande émission est en fait un double filtre de bande dont l'accord sera réalisé dans la bande des 40 m ou des 80m. Pour maintenir un niveau constant de puissance de sortie le premier filtre et le 2ème filtre de bande seront accordés sur des fréquences bien précises réparties dans la bande 40 ou 80 m. Voici les fréquences conseillées pour les réglages.

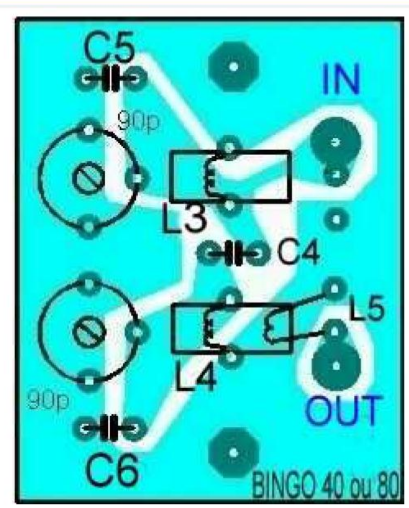
Bande 40 m 7000 à 7200 KHz :
- 1er réglage L3 C1 = 7070 KHz
- 2ème réglage L4 C6 = 7150 KHz

Bande 80 m 3500 à 3800 KHz :
- 1er réglage L3C1 = 3600 KHz
- 2ème réglage L4C6 = 3720 KHz

Pour bénéficier du maximum de HF pour exciter la chaîne amplificatrice de puissance, le signal SSB HF prélevé à la sortie du NE612 N°2 est véhiculé en haute impédance par un petit câble coaxial de 10 à 15 cm de long et injecté sur le point chaud de **L3** (figure C). La sortie du filtre de bande émission, vers l'étage Driver est sous 50 Ohms par câble coaxial miniature.

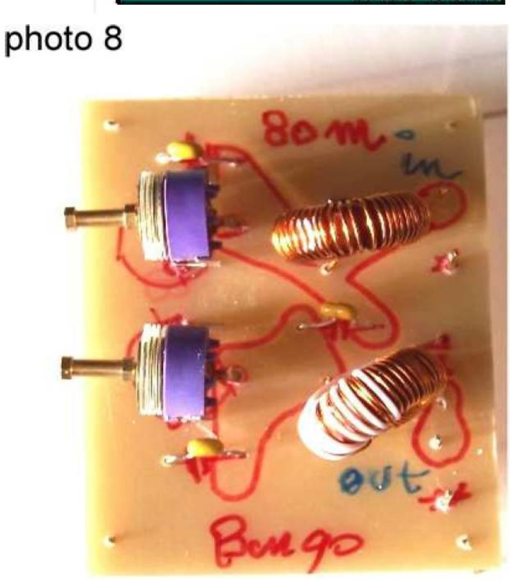
Les bobinages L3 et L4 sont enroulés sur des Tores rouges T 50-2 ; à noter que L5 est bobiné côté masse de L4 en sens inverse.

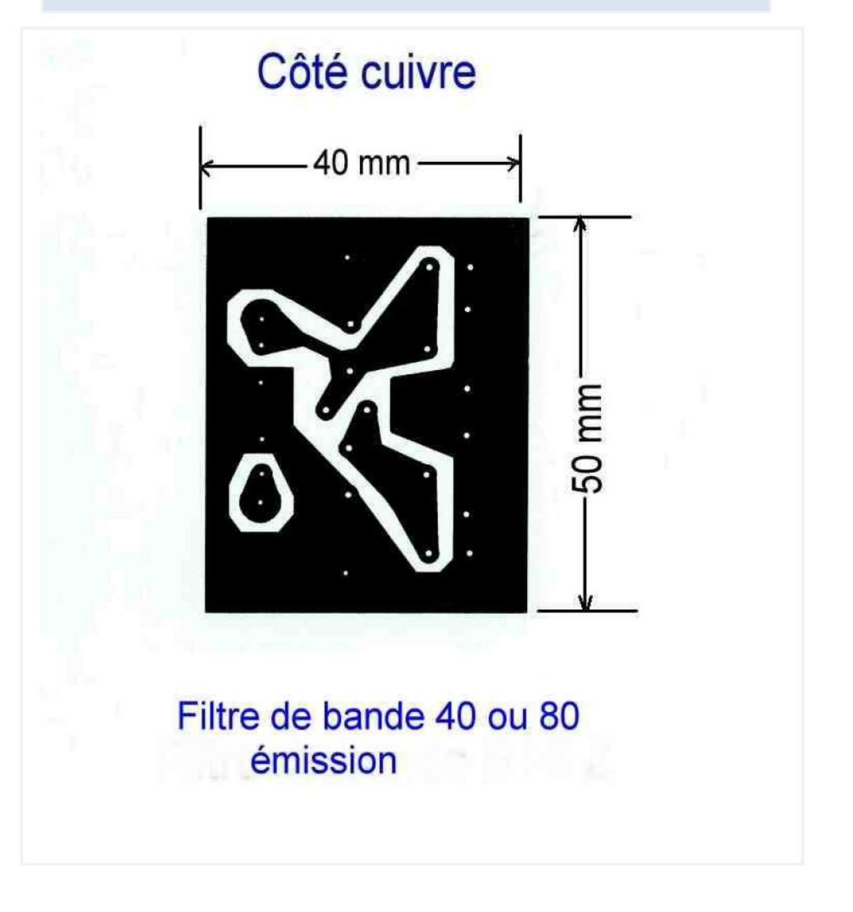
CONSTRUCTION DU FILTRE DE BANDE



On retrouve ci-dessous l'implantation des composants, le circuit est de l'époxy simple face et partie droite le circuit imprimé côté cuivre. Ce circuit est monté à l'horizontale à environ 2 cm du plan de masse général du transceiver, ou à la verticale sur une des parois toujours sur des colonnettes

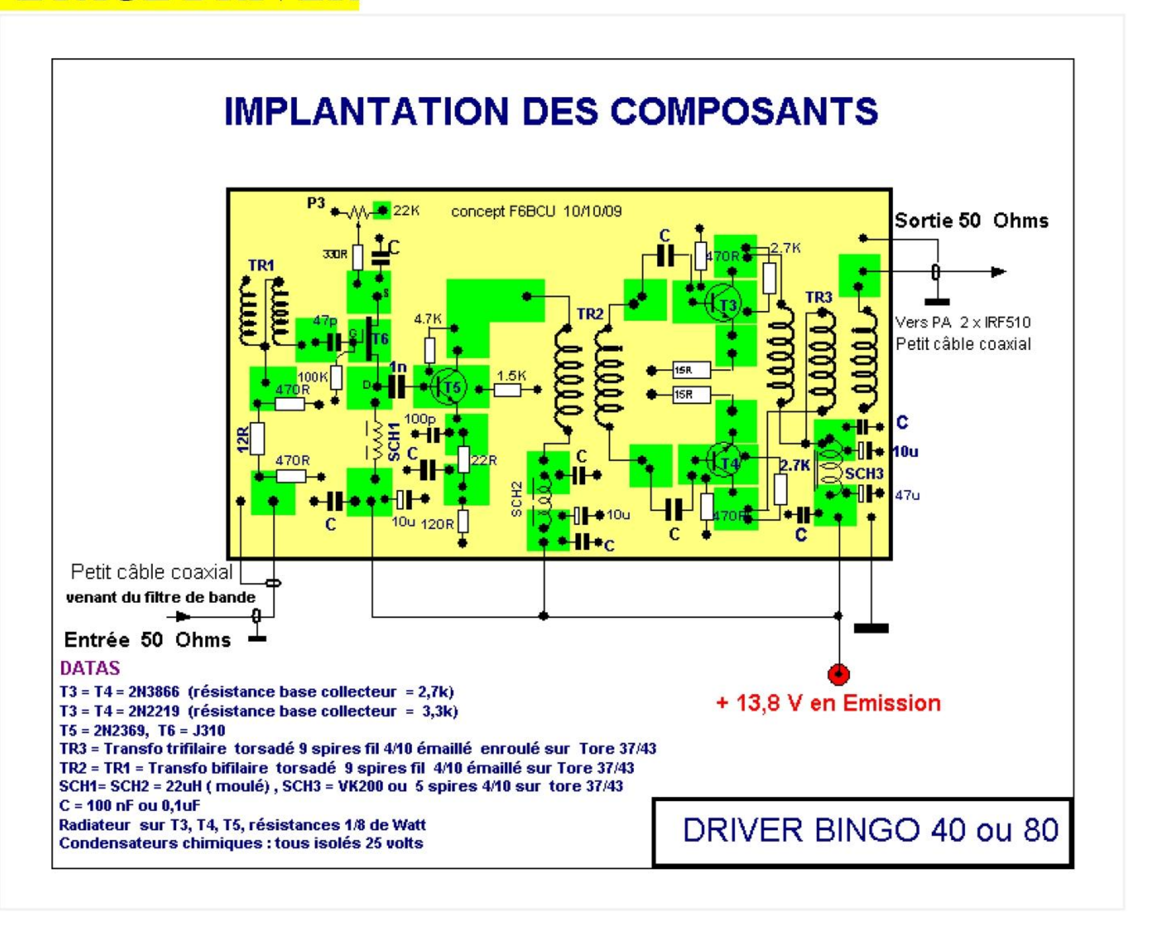
photo 8





Filtre de bande 40 ou 80 émission

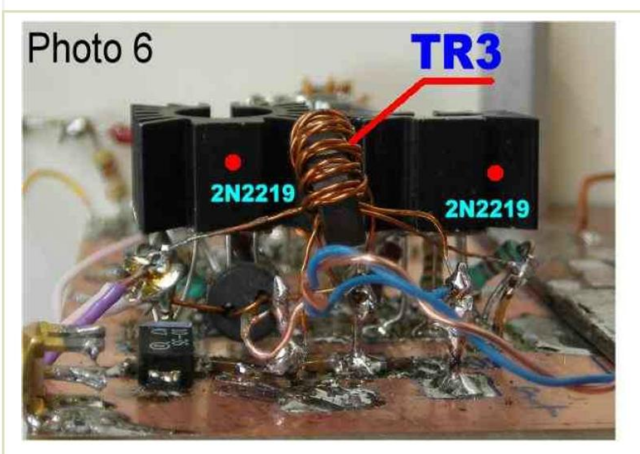
II--ÉTAGE DRIVER



COMMENTAIRES TECHNIQUES SUR LE DRIVER

Dans la suite de l'article 3ème Chapitre « POWER AMPLIFIER », vous retrouverez le schéma électronique Figure B de l'étage Driver. Cette étage Driver a été spécialement étudié et expérimenté pour s'intégrer dans la chaîne émission des transceiver BINGO de 10 à 160 m. La puissance délivrée et d'environ 0,7 à 0,8 Watts HF sur 40 et 80 m. Sur ces fréquences utiliser de préférence des 2N2219. Le gain de cette chaîne amplificatrice Driver est d'environ 38 dB pour 1 mW HF d'excitation issu du « **Générateur SSB BINGO** ». Pour éviter toute auto-oscillation l'entrée 50 ohms se fait au travers d'un atténuateur à -2dB sur un Fet J310 dont l'impédance de Gate est abaissée par un transformateur bifilaire de rapport 1 / 4.

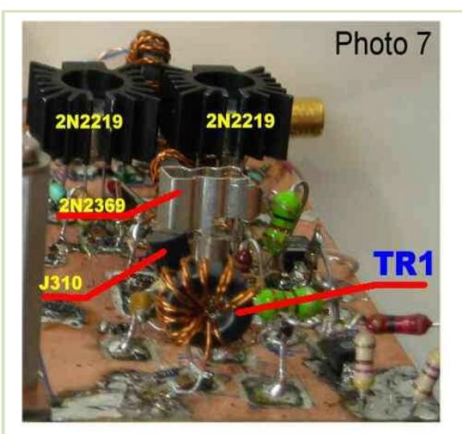




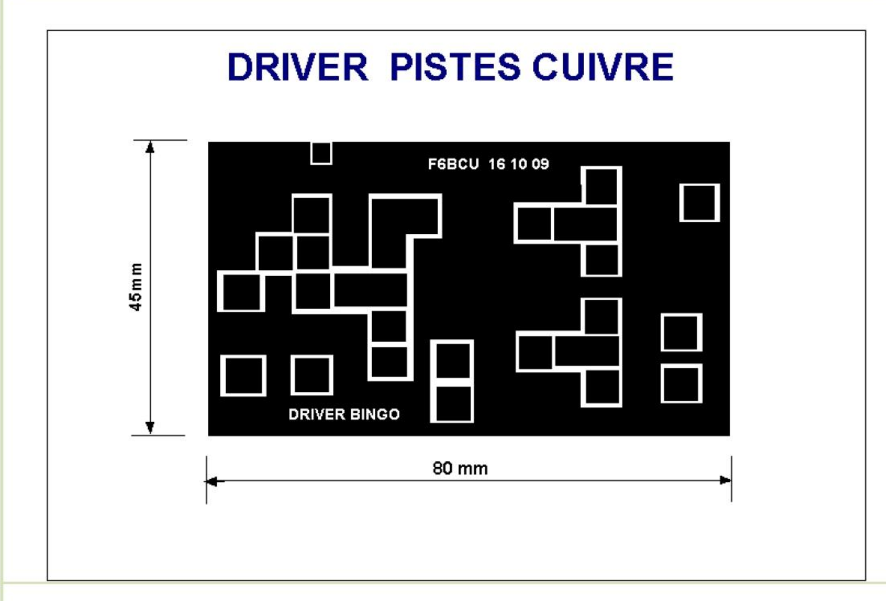
CONSTRUCTION DU DRIVER

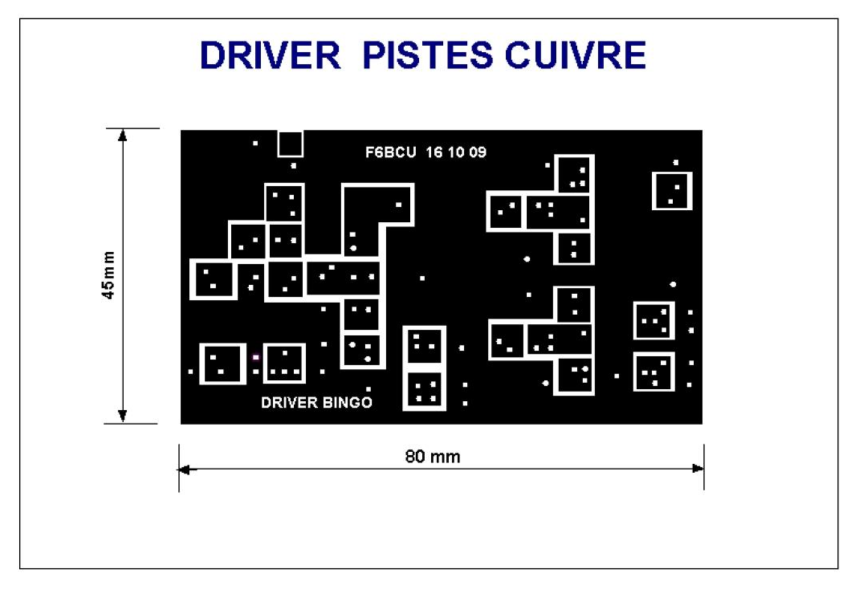
Le circuit imprimé est spécial car le câblage et l'implantation des composants sont faits en l'air au dessus du circuit. Ce type de circuit imprimé est nécessaire vu le gain de l'étage Driver et une certaine symétrie dans la disposition des composants. Deux types de circuit imprimés sont prévus avec ou sans trous percés.



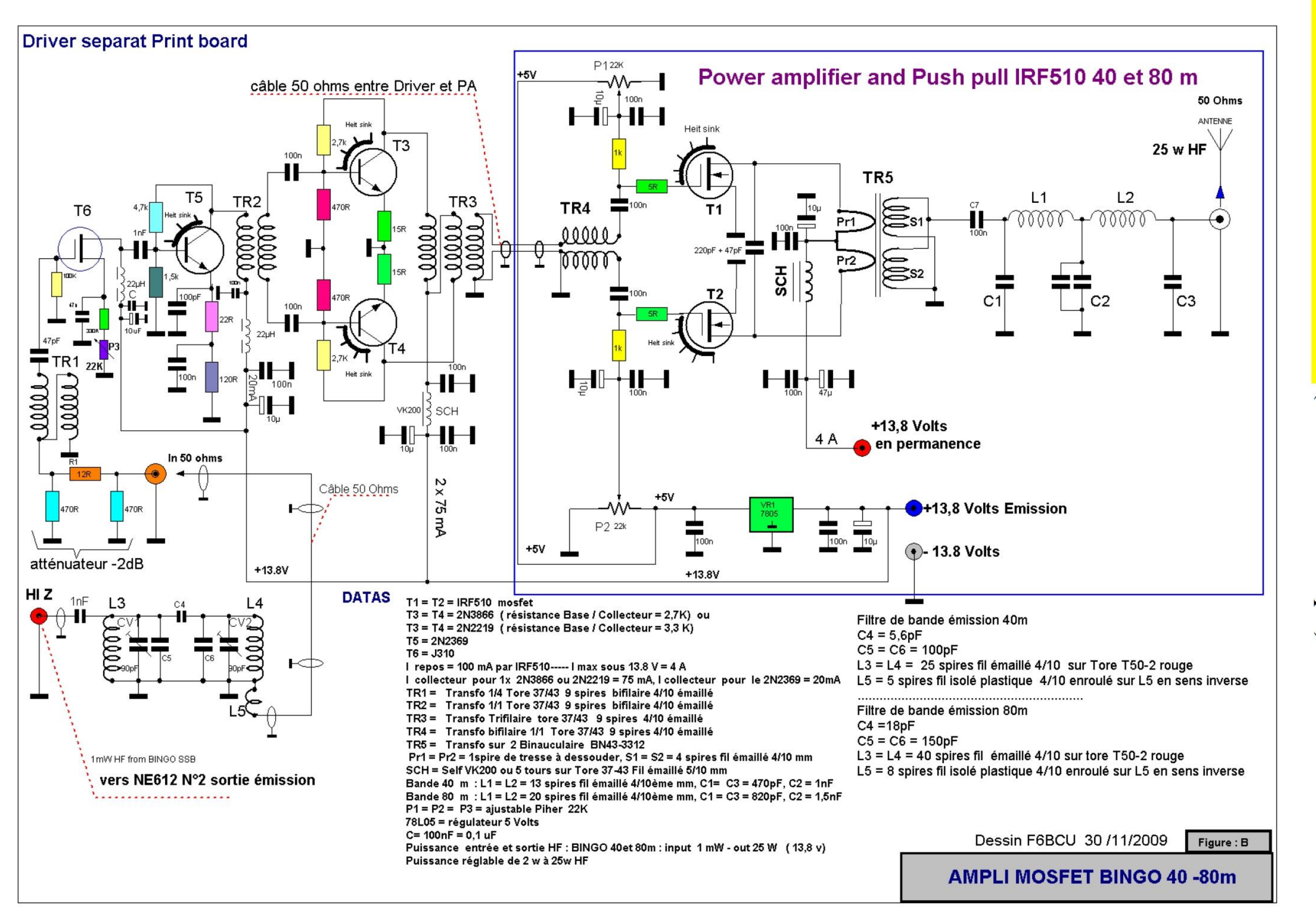


Etage Driver push pull 2N2219 avec refroidisseurs TO5





III—POWER AMPLIFIER (Schéma électronique)



COMMENTAIRE TECHNIQUE SUR TR5 (POWER AMPLIFIER)

Le transformateur de sortie TR5 diffère des transformateurs traditionnels et il faut bien comprendre sa construction un peu spéciale qui donne la possibilité de sortir 25 Watts HF sous 13,8Volts voir plus sur 40 et 80 mètres avec un push pull de IRF510

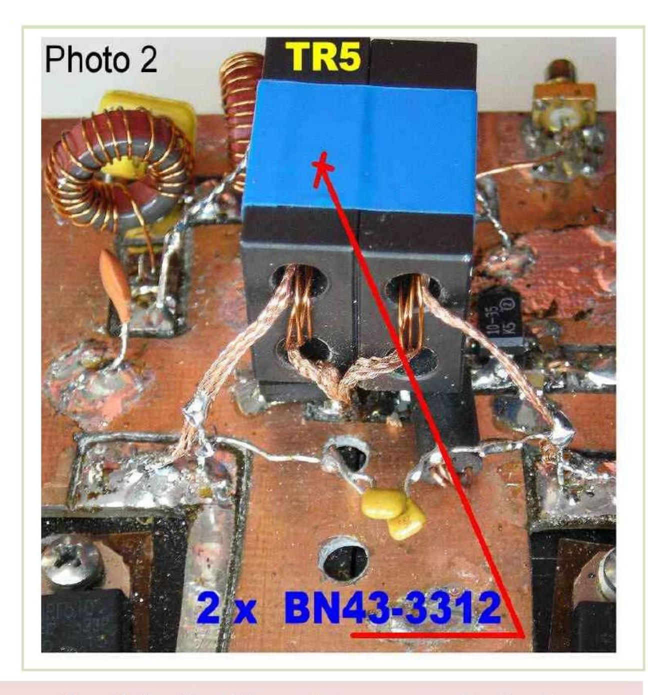
- La carcasse de TR5 est formée de 2 transformateurs binoculaire **BN43-3312** juxtaposés l'un contre l'autre avec du scotch plastique. L'expérimentation de ces transfos date de 2006 et déjà à l'époque le rendement était supérieur à tout ce que nous utilisions, les Tores d'origine Conrad Electronic ou autres de récupération.

- Le bobinage primaires **Pr1** et **Pr2** se composent de 2 spires en série avec point milieu ; une spire est affectée à chaque transformateur **BN43-3312**. Nous avons supprimé le fil de cuivre émaillé traditionnel de Ø 1mm pour le remplacer par de la tresse à dessouder avec un plat de largeur 2 mm. Le résultat en est un excellent rendement pour une bonne puissance de sortie.

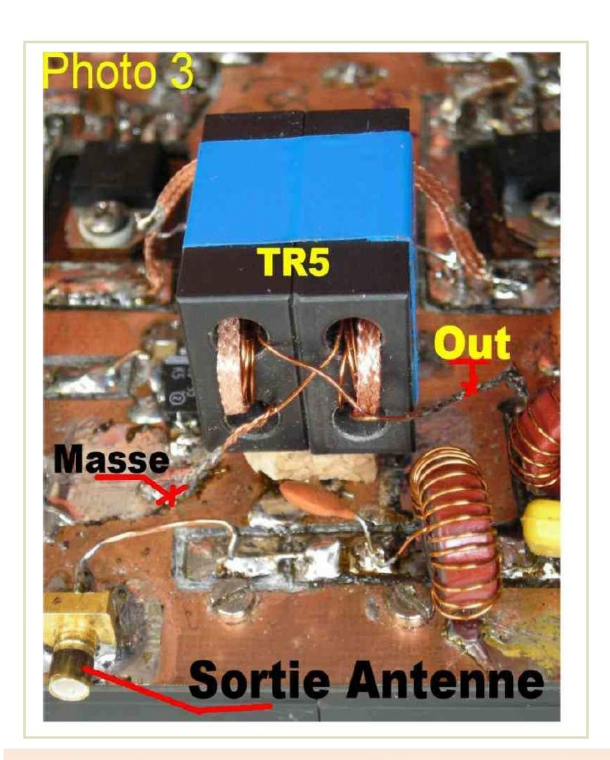
- Les enroulements secondaires **S1** et **S2** sont formés par 4 spires individuelles sur chaque transformateur **BN43-3312.** Au niveau du branchement de **S1** et **S2**, les enroulements secondaires sont connectés en parallèle comme sur la figure B.

Remarque de l'auteur :

Le branchement de S1 et S2 en parallèle n'est pas contractuel de la représentation du dessin sur le Schéma figure B. Il faut se référer à nos photographies car schématiquement avec la réalité on se perd. Si le branchement ne fonctionne pas, qu'il n'y a pas de HF en sortie, les enroulements branchés sont en opposition de phase et l'énergie HF s'annule. La solution inverser les branchements et ça fonctionne .. !



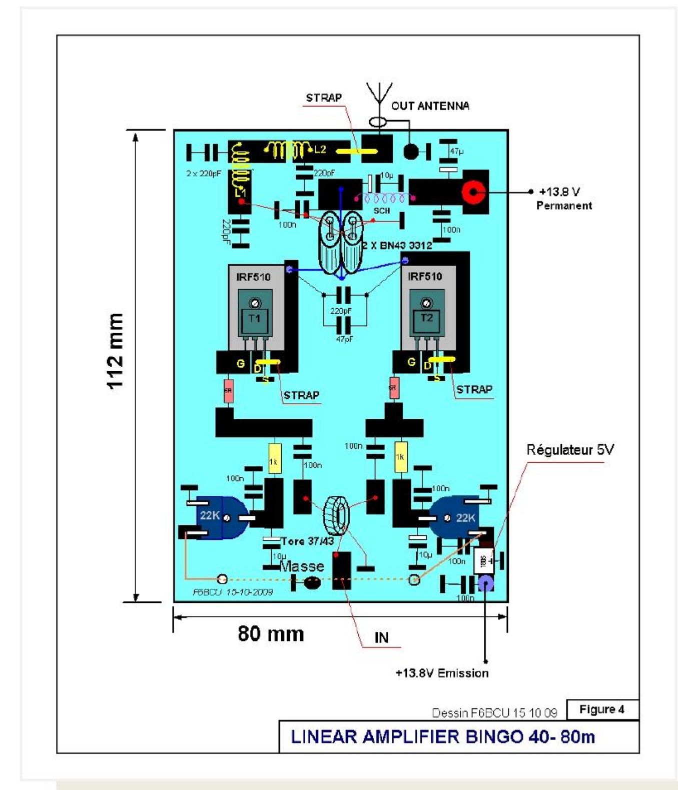
Les 2 ferrites binoculaires sont côte à côte solidarisée avec de l'adhésif plastique bleu, détail des enroulements côté Drains IRF510.

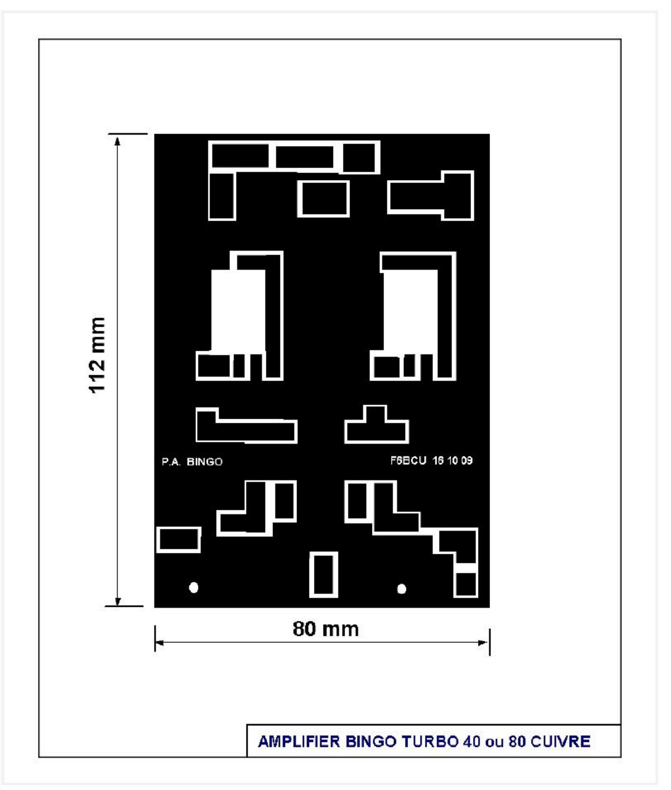


Détail des enroulements côté filtre passe –bas, à remarquer le croisement des fils des secondaires S1 et S2 et la tresse à dessouder pour Pr1et Pr2.

CONSTRUCTION DU POWER AMPLIFIER

Le circuit imprimé et l'implantation des composants est un standard du MECANO BING pour l'amplificateur de 2 x IRF510 en push pull de 10 à 80 m.





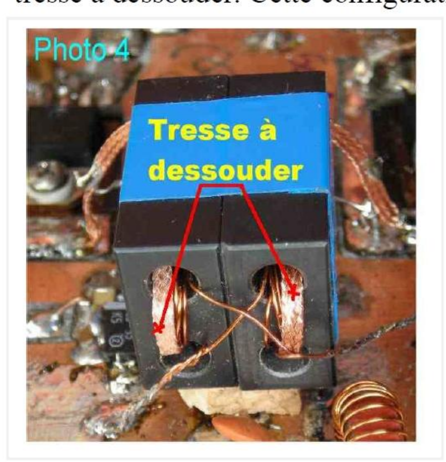
Les ferrites binoculaires BN43-3312 son disposées facilement entre les IRF510. Le radiateur doit être dimensionné à 80 x 120 mm. Une mini soufflerie d'ordinateur est conseillée.

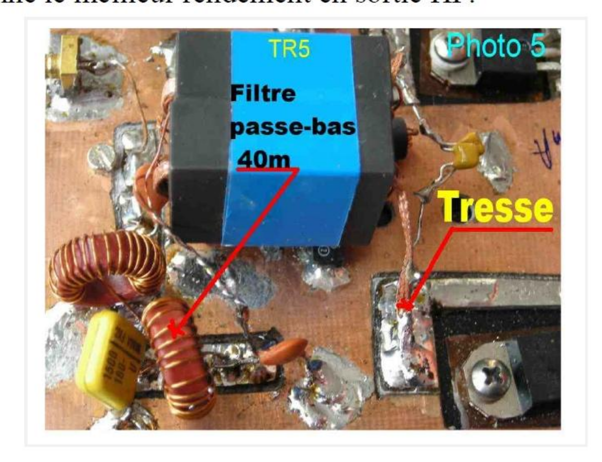
Le circuit imprimé peut être réalisé par insolation et voie chimique ou gravé, détouré à la fraise et au DREMEL. Bien étamer les pistes pour faciliter la soudure des composants.

RETOUR SUR LE TRANSFORMATEUR TR5

Pour obtenir le meilleur rendement en sortie HF il faut disposer les enroulements d'une certaine façon qui est bien visible sur nos photographies 2, 3, 4, 5.

- Le premier enroulement dans chaque tore binoculaire est le secondaire S1 et S2 à serrer au maximum, les spires doivent bien se coller les unes aux autres.
- Le second enroulement à disposer bien au-dessus du secondaire pour l'envelopper à plat est la tresse à dessouder. Cette configuration a donné le meilleur rendement en sortie HF.





RÉGLAGES

- Il faut vérifier les courants des différents étages :
  -J310 = 10mA, 2N2369 = 15 à 20mA, 2 x 2N2219 = 150mA +/- 10mA
  -Régler le courant de repos des IRF510 à 100mA par mosfet
- Brancher une charge fictive 50 Ω + wattmètre de 50 watts à la sortie du P.A.
- S'assurer du bon câblage émission sortie NE612 N°2, au filtre de bande émission, de la liaison par câble coaxial de 10 à 15 cm de long, ainsi que des autres éléments de la chaîne émission qui seront déjà préréglés en ayant branché au préalable le Driver sur un mini wattmètre.
- Mettre le transceiver BINGO SSB 40 ou 80m en position émission et siffler dans le micro finaliser le réglage des condensateurs ajustables du filtre de bande émission pour un maximum de sortie HF.
- Vérifier la puissance de sortie qui doit- être entre **20 à 30 Watts HF sous 13.8 Volts.
- Vérifier la résistance ajustable P3 pour une sortie maximum de HF et un minimum vers 2 W HF.
- Déconnecter la charge fictive, se brancher sur le relais émission/réception et passer sur antenne 40 ou 80 m. Vous devez retrouver vos** 20 à 30 watts HF avec un ROS de 1,2. En passer mesurer le courant Drain des IRF510 en pointe de modulation vous avez de **3,5 à 4,5 A sous 13, 8 Volts. (** en fonction de la bande 40 ou 80 m)

CONCLUSION

Un transceiver BINGO mono-bande ou bi-bandes 40-80 m peut aussi devenir une station de base avec son propre amplificateur de puissance. Alimenté sous 24 volts sur 40 ou 80 m la puissance de sortie disponible dépasse les **50** voir **60** watts HF.
En voici l'exemple : Nous utilisions en 2007 lors de nos QSO avec F5GJ ┼, F1TRR, F9OH, F5RAZ, F5HD, F1JBX, F5PVZ et le QSO de l'amitié, le super BINGO 80 m qui délivrait 80 watts HF avec un push pull de IRF530 sous 24 volts.

Fin de l'article

F8KHM –Radio club de la Ligne bleue en Déodatie
SAINT DIE DES VOSGES—France

F6BCU- Bernard MOUROT—9 rue de Sources—REMOMEIX--VOSGES
11 décembre 2009

DEOMECANO – BINGO

CONCEPT

POUR BIEN CONSTRUIRE SON TRANSCEIVER MONO-BANDE QRP, SSB OU CW

TRANSCEIVER BINGO DUO TURBO SSB CW 80m

par F6BCU Bernard MOUROT

3ème Partie





I--NOUVEAU DRIVER-PA 12 /14 WATTS HF

Le transceiver **BINGO UNO TURBO SSB 80**, est le 1er transceiver sur la bande des 80 mètres, utilisant :

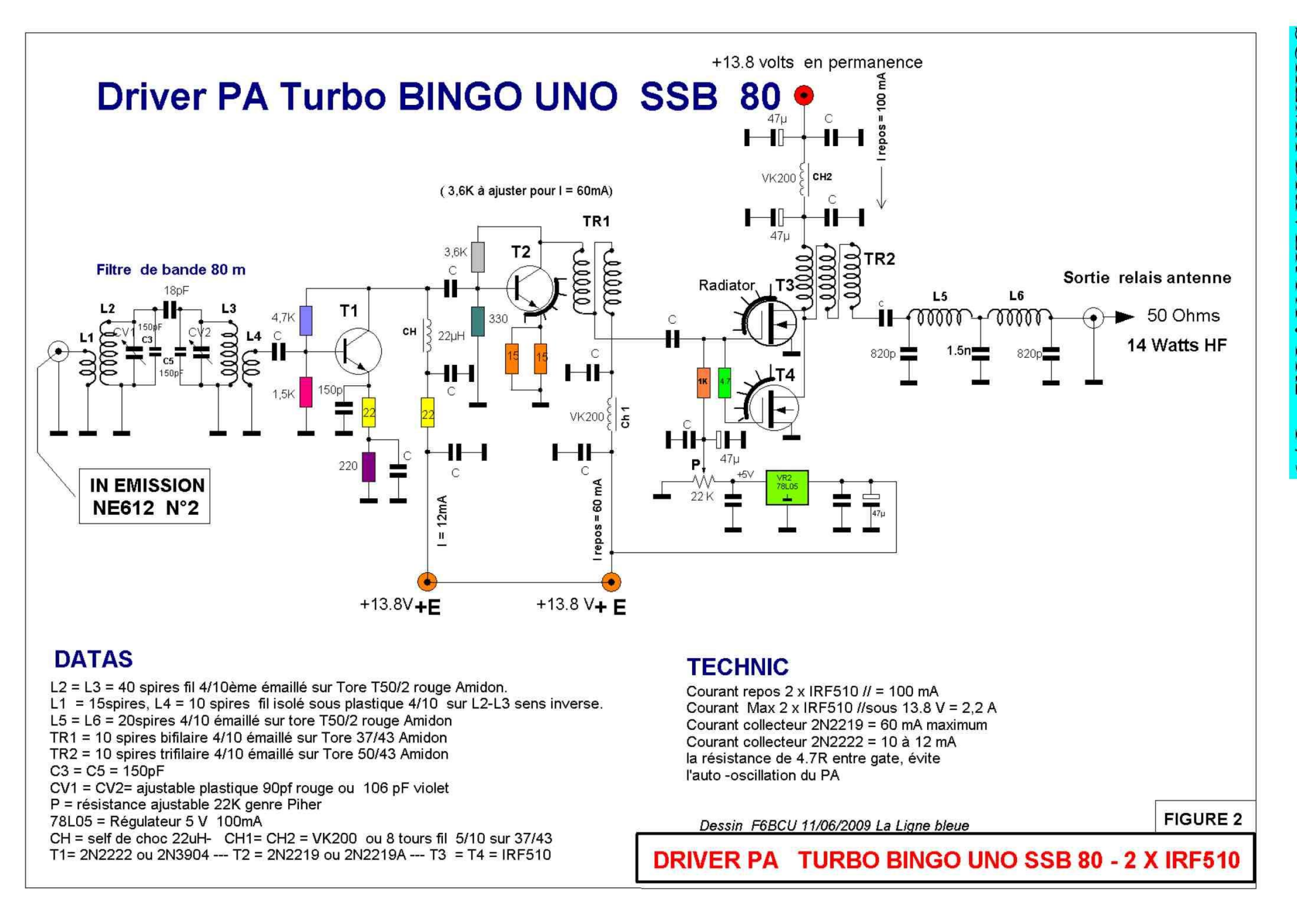
- Un étage « Driver – P.A. » avec 2 Mosfets IRF510 en parallèle,
- Un transformateur de sortie en puissance de rapport 1/9 en version finalisée,
- 12/14 watts HF sous 13.8 Volts et 16 watts HF et plus sous 15 volts,
- Un nouveau circuit imprimé Driver PA redessiné,
- Au choix sans changer la valeur des composants, un ou deux IRF510 sont utilisables.

Il faudra rappeler que la dernière description est celle du :

> **BINGO UNO SSB 40** dont une version du PA était prévue avec un transformateur de sortie TR2 rapport 1/9 pour une puissance de sortie voisine de 8 watts HF sous 13.8 volts avec un IRF510.

Le transformateur de sortie de rapport 1/9 se généralise désormais sur toute la gamme du MECANO BINGO et donne d'excellents résultats.

SCHÉMA DRIVER PA : TR2 = 1 / 9



COMMENTAIRE TECHNIQUE SUR LE SCHÉMA

L'expérimentation et la curiosité autorisent souvent de mettre en évidence certains phénomènes, fortuitement d'en faire l'application avec succès et en tirer ensuite une nouvelle application.
Lorsque nous avons construit et expérimenté les transceivers BINGO SSB ou CW sur 20 et 17 mètres, nous avons pu porter la puissance de sortie à 5 watts HF en modifiant le transformateur de sortie TR2 et passer du rapport 1 / 4 à 1 / 9.
Mais une autre modification (remplacement de la résistance de 56Ω par une 1K ou une self de choc de 22uH dans la Gate de l'IRF510) due à la curiosité (pour vérifier..) a permis d'augmenter encore la puissance de sortie. Pour finaliser sur 20 et 17m nous dépassons à 6 watts HF ; c'est 30% de puissance HF gagnée (c'est énorme) !
La résistance de 4.7R en série avec la Gate d'un des IRF510 en parallèle, prévient tout départ d'auto-oscillation.

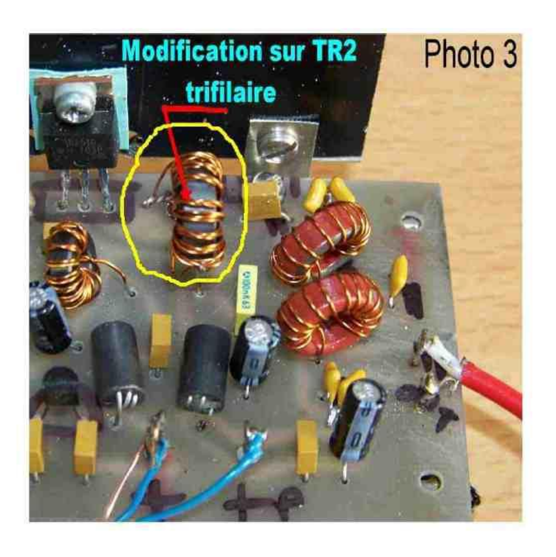
NOTE DE L'AUTEUR :

La 1ère Version du transceiver BINGO SSB 80 m avec un IRF530 n'est pas répertorié dans le MECANO BINGO, les circuits imprimés Driver PA, commutation E/R, filtres de bande réception, ne sont pas interchangeables avec les autres éléments du MECANO.



1ère MODIFICATION COTÉ GATE IRF510

En général nous utilisons une résistance de 56 Ohms pour fixer l'impédance d'entrée de la Gate de l'IRF510. Ultérieurement nous avons supprimé
cette résistance de 56 Ohms dans nos expérimentations pour la remplacer par une self de choc de 22uH ou une résistance de 1K. Les résultats obtenus sont identiques, la puissance augmente nettement et 1,5 watt HF supplémentaire est gagné en émission. Sur la photo 2, est visible la de 56 ohms qui a été sectionnée une autre résistance de 1K. Immédiatement, nous ne pouvons que constater l'augmentation de la puissance en émission. Aucunes traces d'instabilités n'ont été décelées. Cette modification a aussi été effectuée avec succès sur les bandes 17, 20 et 40 mètres.



2ème MODIFICATION COTÉ TR2

Nous avons recherché à augmenter la puissance de sortie sur les BINGO 17, 20 et 40 mètre en remplaçant le transformateur TR2 de 1 / 4 en bifilaire, par TR2 de rapport 1 / 9 en trifilaire. Encore une fois l'expérimentation est payante on gagne plus de 1,5 watts HF en sortie, tout en conservant l'impédance de sortie 50 Ohms. Cette modification entreprise sur les BINGO CW 40 et BINGO DUO SSB CW, en moyenne nous gagnons 15 à 20% de puissance initiale. La puissance de sortie dépasse largement les 6 watts HF. Si nous transposons nos expérimentations sur 80, nous gagnons plusieurs watts

BILAN PUISSANCE :

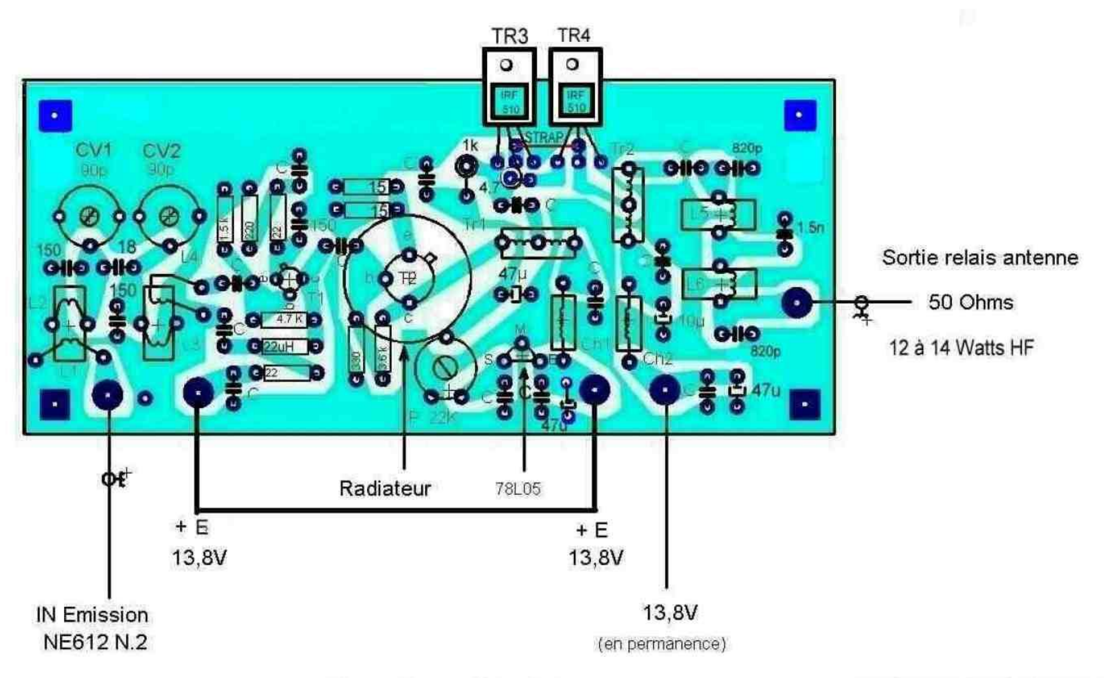
En cumulant la première et la seconde modification, le *BILAN* est positif car nous gagnons plus de 30% de la puissance initiale. 2 x IRF510 sur la bande des 80 mètres alimentés sous 13.8 volts permettent d'atteindre les 14 watts HF en SSB et en CW avec l'assurance du maintien de l'impédance de 50Ω

DÉTAIL DES COMPOSANTS DRIVER PA BINGO UNO TURBO SSB 80

L2 = L3 = 40 spires fil 4/10ème émaillé sur tore T50/2 Amidon
L1 = 15 spires, L4 = 10 spires fil isolé sous plastique 4/10 sur L2-L3en sens inverse
L5 =L6 = 20 spires 4/10ème émaillé sur tore T50/2 Amidon
TR1 = 10 spires bifilaire 4/10ème émaillé sur Tore 37/43 Amidon
TR2 =10 spires trifilaire 4/10ème émaillé sur Tore 50/43 Amidon.
C3 = C5 = 150 pF
CV1 = CV2 = ajustable plastique 90pF rouge ou 106 pF violet
P = résistance ajustable de 2K genre Piher
78L05 = régulateur 5 Volts 100mA
CH = Self de choc 22uH ---- CH1 = CH2 = VK200 ou 8 tours fil 5/10 sur 37/43
T1 = 2N2222 ou 2N3904 ---- T2 = 2N2219 ou 2N2219A----- T3 = T4 = IRF510

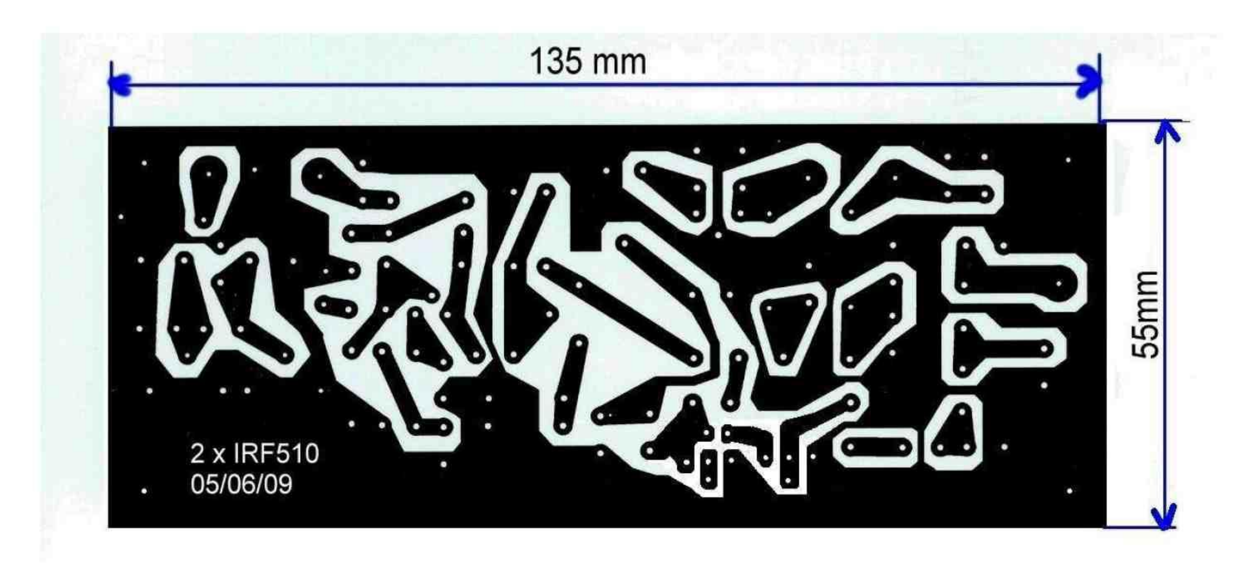
Courant de repos pour 2 x IRF510 en // = 100mA
Courant de repos max pour 2 x IRF510 en // = 2,2 A sous 13.8V
Courant collecteur 2N2219 = 60 mA max
Courant collecteur 2N2222 = 10 à 12 mA

IMPLANTATION DES COMPOSANTS DU DRIVER PA

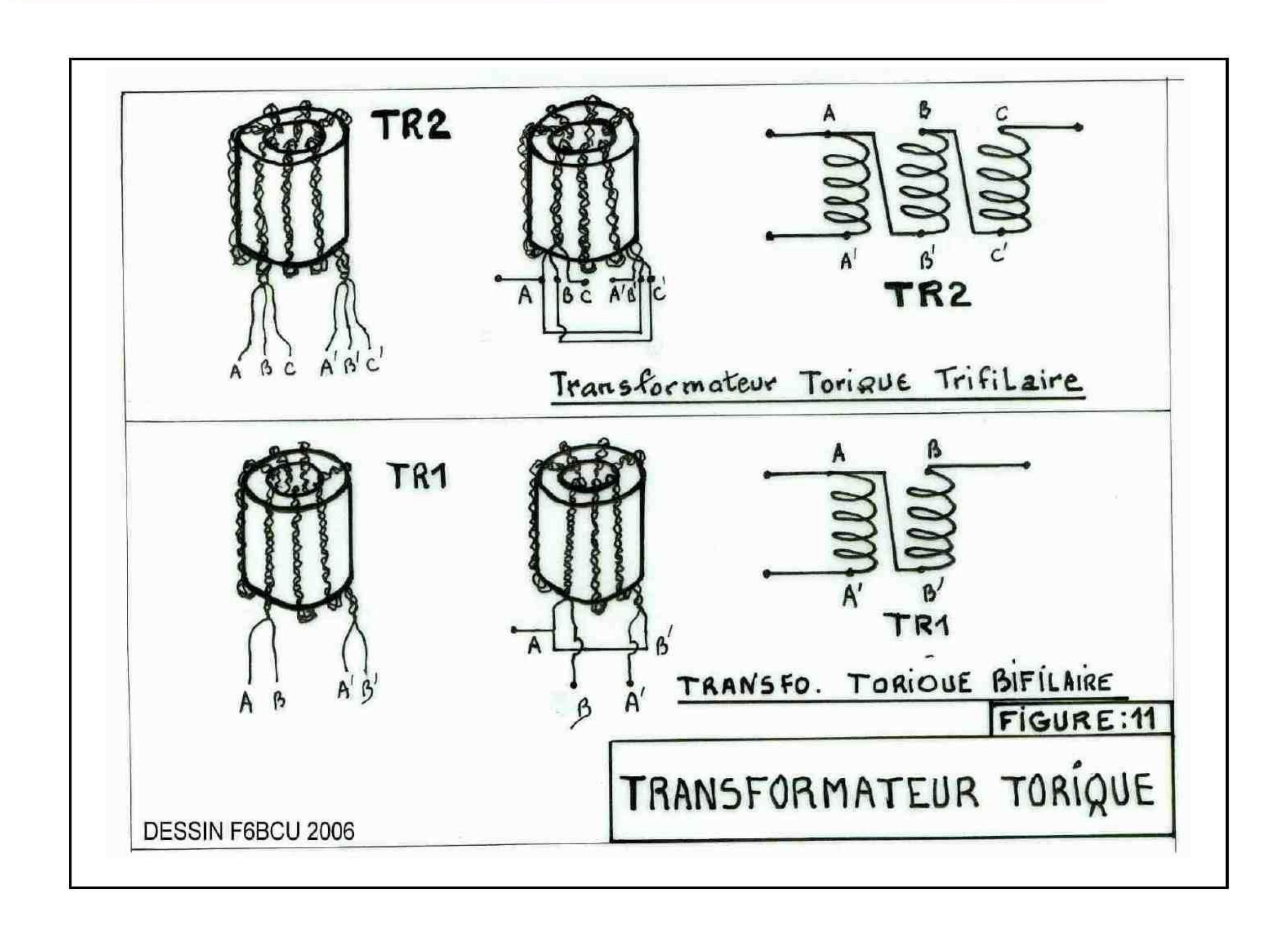


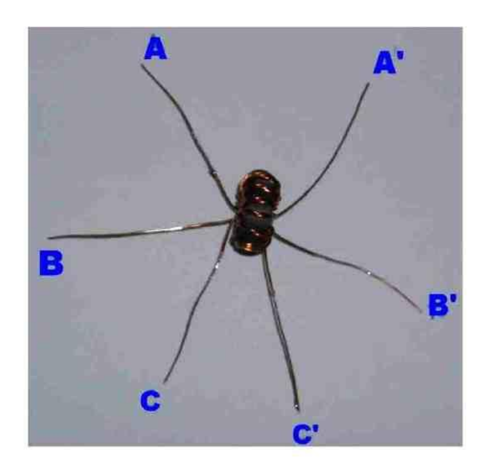
CIRCUIT IMPRIMÉ DRIVER PA

Pour être reproductible par tous, un circuit imprimé unique a été édité avec l'implantation des composants et le circuit côté cuivre à l'échelle 1/1. Ce circuit a été conçu avec des pistes larges. Les dimensions en longueur : 135 mm sont voisines de celles du Générateur BINGO SSB de façon à disposer ces 2 platines parallèles lors de l'implantation dans le coffret.

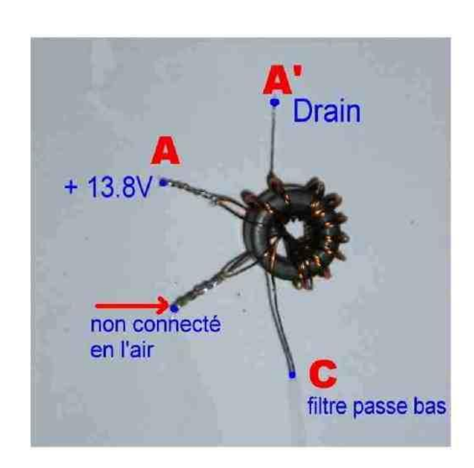


CONFECTION DU TRANSFORMATEUR TRIFILAIRE TR2

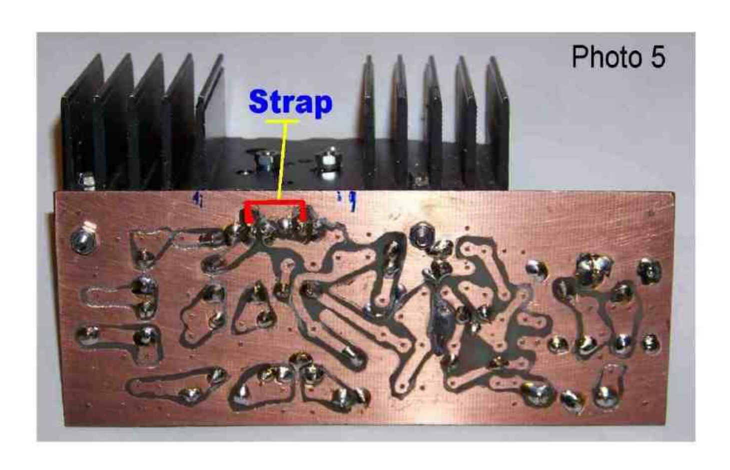


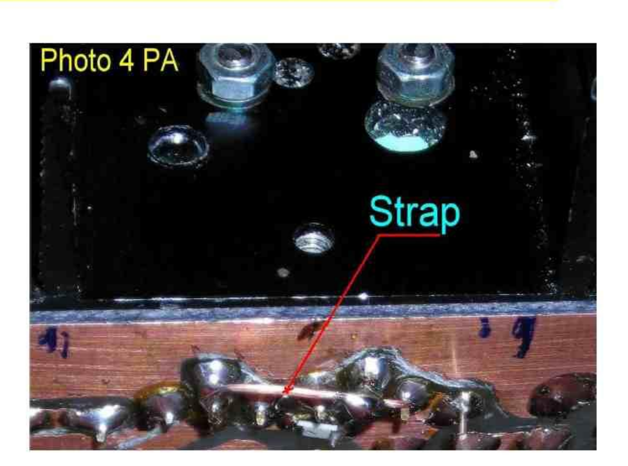


Photographie du détail de la confection du transformateur trifilaire. La partie marquée en l'air est repliée légèrement sans aucune incidence sur le fonctionnement et la puissance de sortie.



DÉTAILS D'IMPLANTATION DES 2 x IRF510 SUR LE CIRCUIT IMPRIMÉ





Les photos 4 et 5 détaillent l'utilisation d'un **STRAP** en fil de cuivre 5/10ème qui relie entre-eux les deux Drains des 2 x IRF510. Le STRAP est soudés directement sur les pistes ad hoc du circuit imprimé. En l'absence de STRAP le montage d'un seul IRF510 est possible pour une moindre puissance.

RÉGLAGE DU NIVEAU HF SUR LE DRIVER PA TURBO



La puissance d'excitation disponible à la sortie du NE612 N°2 est relativement importante. Une résistance ajustable (Piher) de 2.5K va ajuster le niveau d'entrée HF sur la platine Driver PA.
Revoir la première partie de l'article et le « **Schéma général** » avec le branchement de la résistance ajustable. Cette résistance ajustable est soudée en l'air directement sur les picots du circuit d'entrée de la platine Driver PA.
Le plus simple pour le réglage est de donner un coup de siffler dans le micro et ajuster la résistance ajustable, légèrement en dessous du maximum de puissance HF.

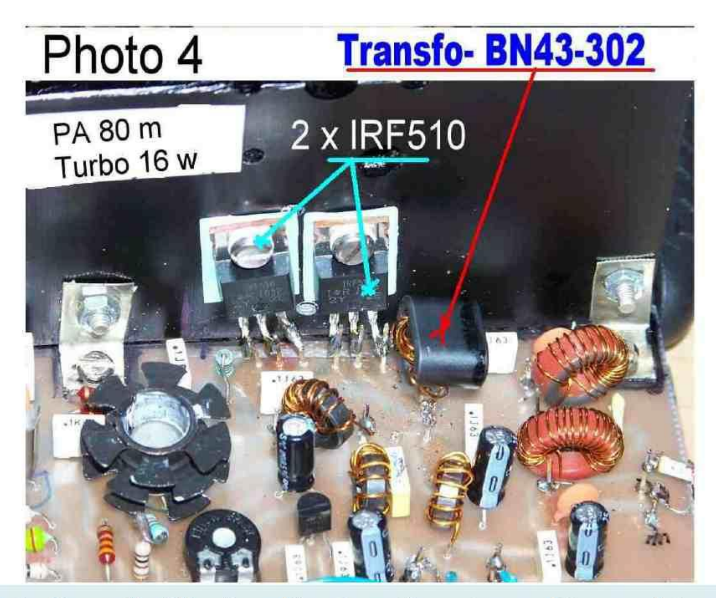
Remarque de l'auteur :
Le nouveau circuit imprimé avec 2 x IRF510 peut servir sur d'autres bandes notamment en CW. Pour faciliter l'installation des IRF510, des picots sont soudés dans les trous prévus au passage des fils de connexions de Source, Gate, et Drain. Ces connexions raccourcies sont soudées sur les picots.

Nous avons regroupé en un seul article la nouvelle modification apportée sur l'amplificateur avec 2 IRF en parallèle. Depuis deux semaines(début septembre 2009) nous trafiquons régulièrement tous les matins sur 3664 KHz avec F5LRO, F5RAZ et leur BINGO 80 SSB. Avec cette nouvelle version de P.A., les contrôles sont excellent, la modulation d'une remarquable efficacité.

II-AMPLIFICATEUR LINEAIRE (80m) 15/16 Watts HF

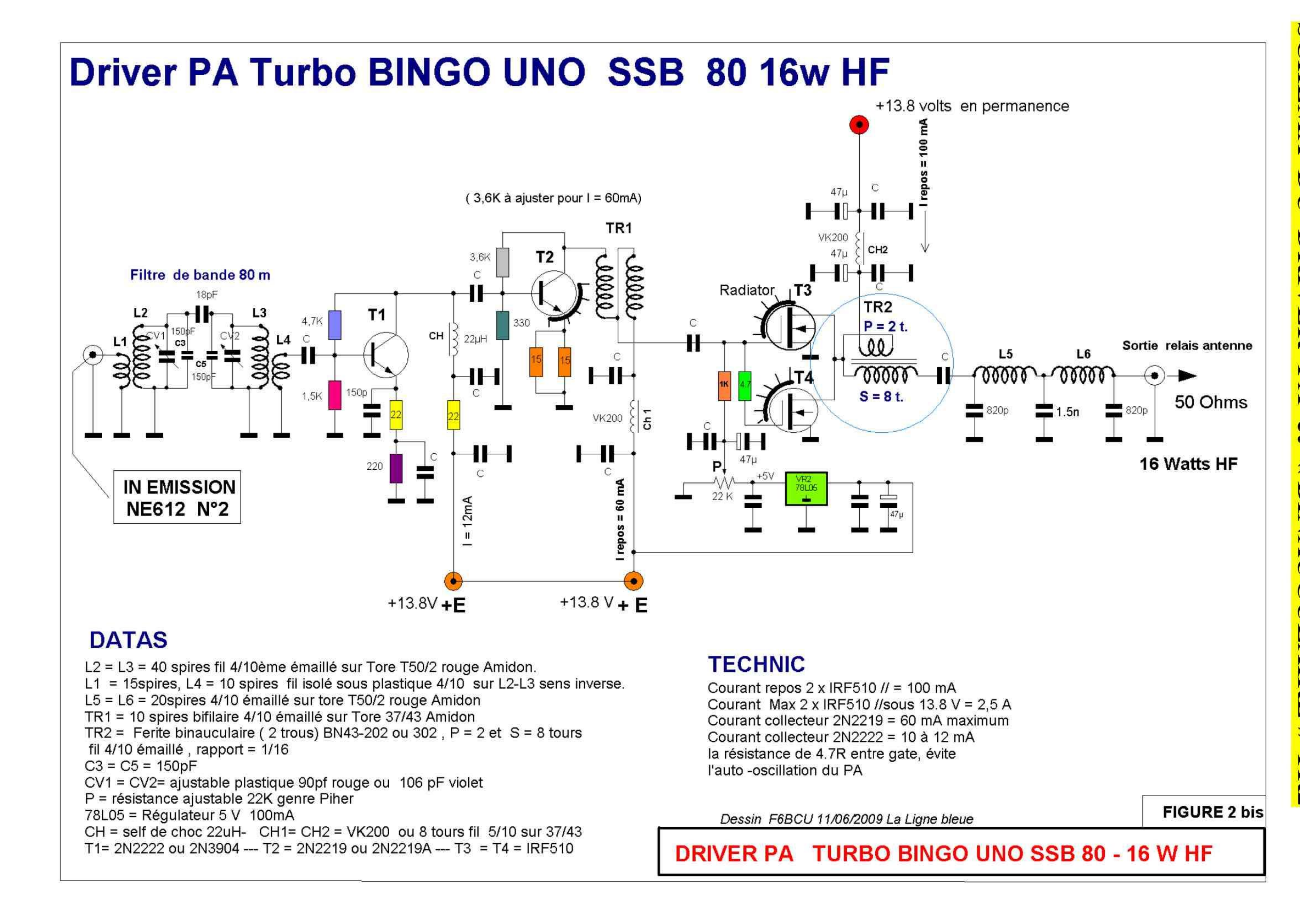
Certains constructeurs de la version BINGO UNO TURBO SSB 80m nous ont fait part de difficultés rencontrées lors de l'élaboration du transformateur trifilaire de sortie **TR2** et son branchement sur les sorties Drain des deux IRF510 montés en parallèle, le filtre passe-bas et l'alimentation. La fabrication d'un transformateur trifilaire demande certaines précautions dans le repérage des fils simples ou torsadés de sortie et la soudure des fils sur le circuit imprimé. Si le positionnement des fils simples est facile sur les sorties correspondantes lors de l'implantation sur le circuit imprimé « Driver PA », les sorties torsadées doivent être essayées pour obtenir le maximum de puissance. Si l'on tombe par chance sur la bonne sortie c'est parfait. Si la puissance obtenue est la moitié de la puissance indiquée, il faudra choisir l'autre torsade. La torsade inutilisée est repliée latéralement sur le côté du Tore.

*Il existe cependant une autre une solution technique plus simple que l'élaboration du transformateur trifilaire sur Tore ferrite. Cette solution technique est étroitement liée avec l'approvisionnement en composants spéciaux : des **Ferrites** à 2 trous ou ** **BINAUCULAIRE**** dont la perméabilité magnétique est compatible avec l'usage en amplificateur HF large bande. Ce composant est disponible pour un petit prix chez I-BIZNES fournisseur du groupe BINGO de Yahoo group.*



La photo 4 indique l'utilisation d'un transformateur « Binauculaire » BN43-302, l'autre modèle BN43-202 fonctionne également à l'identique.

SCHÉMA DU DRIVER PA et « BINAUCULAIRE » TR2

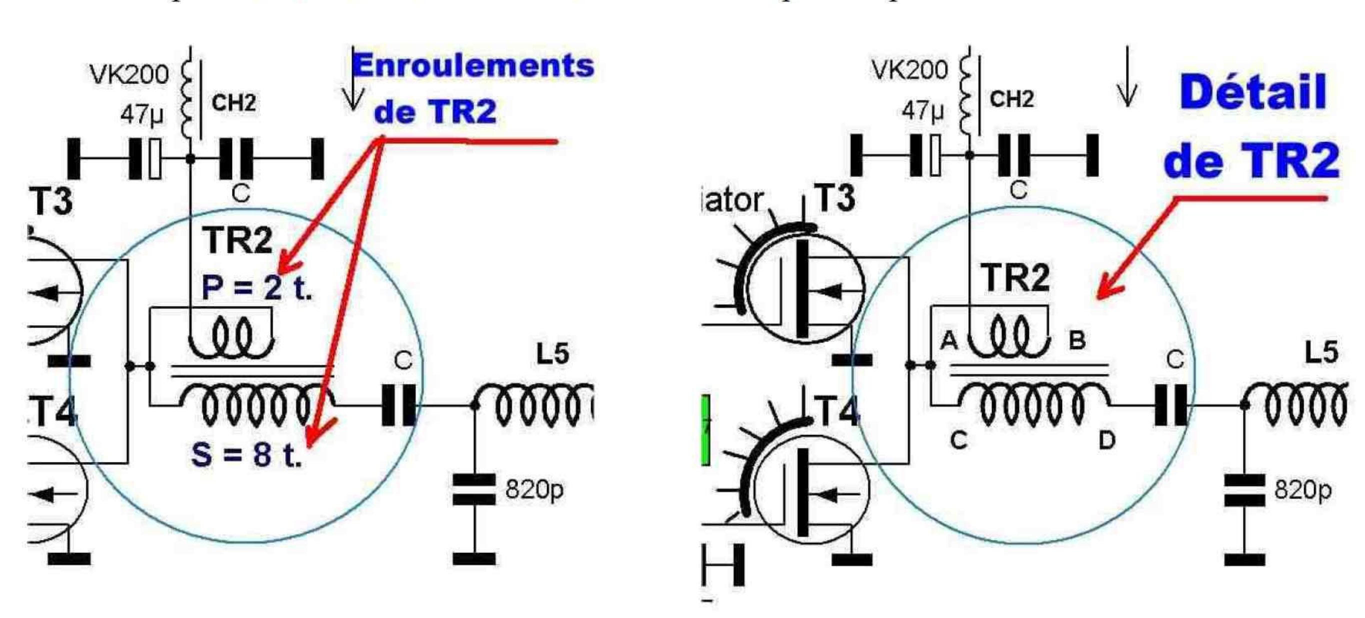


CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES.

Dans la 5ème partie de notre article BINGO UNO TURBO 80m, nous décrivons l'étage de puissance avec 2 x IRF510 en parallèles. Le transformateur de sorties est un Tore 50/43 sur lequel est enroulé un trifilaire dont le rapport de transformation est de 1/9. A l'usage pendant le trafic SSB sur l'air, on sent nettement que la puissance plafonne est l'on remarque à la lecture du R.O.S. en pointe de signal qu'il se modifie et augmente légèrement. Ce phénomène est typique de la possibilité de changer le rapport de transformation. Le passage du rapport 1/9 à 1/16 a été expérimenté avec un faisceau de 4 fils (quadrifilaire), qui a permis de constater la nette augmentation de la puissance et une excellente tenue du ROS à 1/1. Il sera bon de souligner que l'impédance de sortie de 2 transistors en parallèle s'abaisse à la 1 / 2 de l'impédance d'un seul transistor et se situe dans la zone de 4 à 5 Ω pour les 2 x IRF510 sous 13.8V.

TRANSFORMATEUR BINAUCULAIRE

Deux enroulements sont nécessaires pour le transfert de la haute fréquence de PA vers l'antenne. Nous avons d'une part un enroulement primaire **P** calculé sur l'impédance de sorties des Drain en parallèle et d'autre part un enroulement secondaire **S** élévateur d'impédance pour 50Ω.



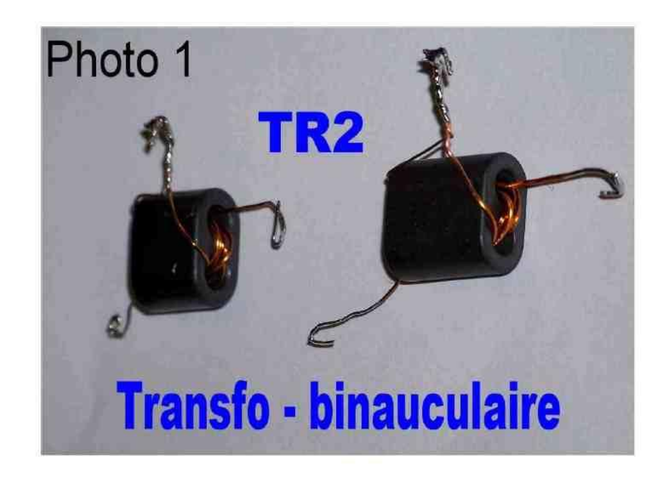
Remarque de l'Auteur :
Il faut bien observer le branchement des fils de sortie de **TR2** du primaires **P** qui sont croisés pour obtenir le maximum de puissance de sortie.

RAPPORT DE TRANSFORMATION

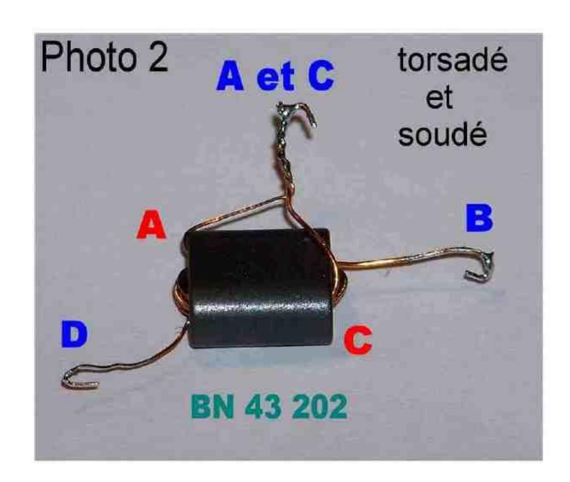
L'utilisation d'un transformateur à ferrite « BINAUCULAIRE » permet et facilite de nombreuses combinaisons dans le rapport de transformation. Ce rapport de transformation répond à une formule de calcul simple :

$$R = P^2 / S^2$$

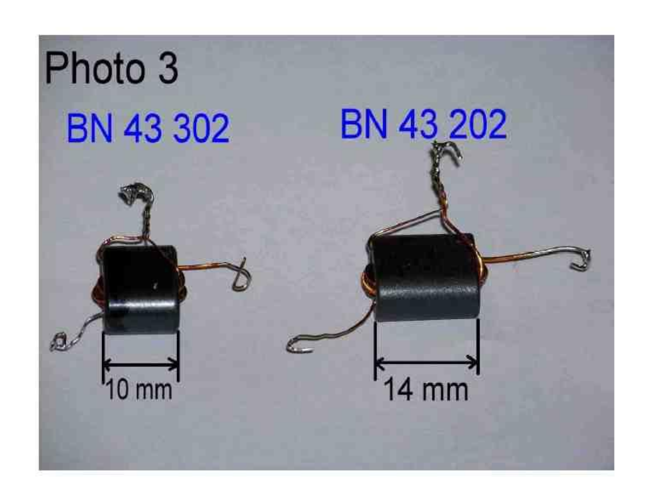
En clair le rapport de transformation **R** est la division du carré du nombre de spires au primaire P par le carré du nombre de spires au secondaire **S**. Pour un rapport de transformation de 1/16 nous aurons :
2 spires au primaires et 8 spires au secondaire = 8 : 64 = 1/16.



Les photographies 1 et 3 présentent 2 modèles de transformateurs « BINAUCULAIRE » disponibles chez notre fournisseur I-BIZNES



Détail du branchement des fils de sorties qui sont repérés comme le schéma du PA figure 2 B et le croisement des fils **A** et **C**



Sur la Photo 3 sont détaillés les transformateurs « BINAUCULAIRE » et leurs références :

- Le BN 43-302 fait 10 mm de large
- Le BN 43-202 fait 14 mm de large, pour des puissances de 10 à 18 watts HF, l'un ou l'autre peut-être utilisé sans échauffement. Pour des tensions d'alimentation supérieures à 15 volts sur le PA, nous conseillons le BN 43-202.

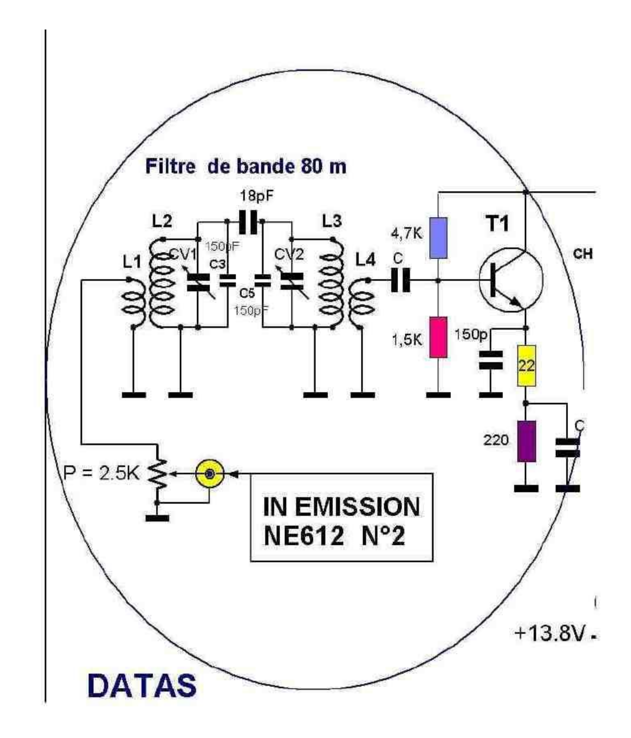
EXPÉRIMENTATIONS

Pour le rapport de transformation de TR2 à 1/16 avec P = 2 spires et S = 8 spires, valeurs qui confirment d'excellents résultats, nous avons essayé un autre rapport de transformation.

Nous avons fait le choix de P = 2 spires et S = 9 spires pour un rapport sensiblement égale à 1/20. La puissance de sortie avoisine les 18/20 watts sous 13.8 volts, mais le ROS monte en puissance maximum. En conclusion, s'en tenir au rapport 1/16 qui reste dans les bonnes valeurs.

RÉGLAGE DE L'EXCITATION HF SUR LE PA DRIVER.

L'usage d'une résistance ajustable de 2.5K est très utile pour régler le niveau d'excitation en entrée. Elle est soudée directement sur les cosses d'entrée de la platine Driver PA. Le schéma de branchement et une photo détaillée indiquent l'additif de la résistance.





Détails de l'implantation de la résistance ajustable de 2.5 K

CONCLUSION

A l'évidence le transformateur « BINAUCULAIRE » apporte une nette simplification dans la fabrication de TR2 avec une puissance accrue de 16 watts HF. Mais il faudra ultérieurement tester l'usage de ce PA sur 40m. Des résultats satisfaisants ouvriront la voie à la création future d'un transceiver version bi-bandes UNO SSB ou DUOSSB CW 40 et 80 m.

III--FINALISATION ET RÉGLAGES .

Côté construction

Le schéma général dans la 1ère partie vous informe sur le câblage général raccordant tous les éléments et composants divers de façade, d'intérieur et d'extérieur constituant le transceiver BINGO-DUO SSB CW 80m. La version expérimentale est présentée, construite sur un panneau en époxy cuivré simple face de 20 X 30 cm. Ces dimensions vous serviront de repaires pour l'implantation future des différentes platines et éléments constituant le transceiver.

Le transceiver BINGO –DUO TURBO SSB CW 80 mètres est la synthèse des constructions de la gamme BINGO. L'indépendance des fonctionnements en SSB et CW va nous faciliter les réglages.

Côté réglages SSB

1**Il faut basculer le contacteur SSB/CW en position SSB pour pouvoir alimenter le générateur SSB en émission.

2**Vous reporter au 1er article traitant de la construction du Générateur SSB BINGO intitulé :
« Construire son transceiver QRP HF ou VHF mais c'est très simple avec le Générateur BINGO » consulter la partie réglages.

3**Reprendre l'article « Transceiver BINGO SSB 80 et BINGO SSB 40 » dans la partie réglages réception et réglages émission. Ces 2 parties sont bien distinctes.

Côté réglages CW

- Basculer le contacteur SSB/CW en position CW. De base si les réglages en SSB fonctionnent :
- Vérifier le bon fonctionnement de la commande PTT micro, du passage émission réception, en CW, passage en émission sur un coup de manipulateur et tonalité de CW dans le Ht-parleur de contrôle.
- Ajuster à votre convenance la puissance de la tonalité de CW et le temps de retombée du relais d'antenne en position réception (commande DELAY CW).

Sur le Générateur CW la résistance ajustable P de 4.5K est à ajuster pour la puissance CW requise de 0 à 5 watts HF.

Réglage du décalage 600 à 800Hz en émission CW

- La réception est réglée en SSB on n'y retouche pas.
- Brancher un transceiver sur charge fictive position 10W et émettre en CW sur 7.020 KHz par exemple et écouter la CW sur le BINGO-DUO avec une tonalité de 600 à 800 Hz.
- Brancher le BINGO DUO sur charge fictive et émettre en CW avec 4 Watts HF, tourner le condensateur ajustable de 90 pF du générateur CW pour s'écouter sur le transceiver commercial en position CW avec une note de 600 à 800 Hz.
- Refaire l'opération inverse émettre avec le transceiver commercial en CW ; réception sur le BINGO-DUO de la CW à 600 à 800 Hz.

Nos réglages sont terminés nous pouvons faire un QSO CW d'une station à l'autre, sur l'air il en sera de même.

Remarque de l'auteur.
Si vous pressez le manipulateur en position SSB il y a génération d'une porteuse, mais la note CW, n'est pas pure il existe un résiduel de porteuse SSB et deux tonalités. Pour trafiquer en CW, utiliser la position mode CW.

Position TUN

En parallèle sur la commande (KEY) manipulateur, par bouton poussoir(en façade) nous activons le TUN, pour générer une porteuse et assurer le réglage d'antenne. La porteuse générée en position CW est décalée par rapport à la SSB donc inaudible sur un QSO.

CONCLUSION

Le **BINGO-DUO TURBO SSB CW 80m** est un transceiver très complet pour le trafic en portable cette version de l'article, utilise une F.I. de 9,830 ou 10,240 MHz. Prochainement va sortir un **BINGO-DUO SSB CW 20** mètres avec un **V.F.O./ D.D.S**
Des tests effectués sur 20 mètres, se sont 5 à 6 watts HF SSB CW qui sont disponibles avec un IRF510 sous 13.8 volts.



FIN de la 3ème partie

F8KHM-Radio club de la Ligne bleue en Déodatie
SAINT DIE DES VOSGES –France

F6BCU-Bernard MOUROT—REMOMEIX -- VOSGES
15 septembre 2009

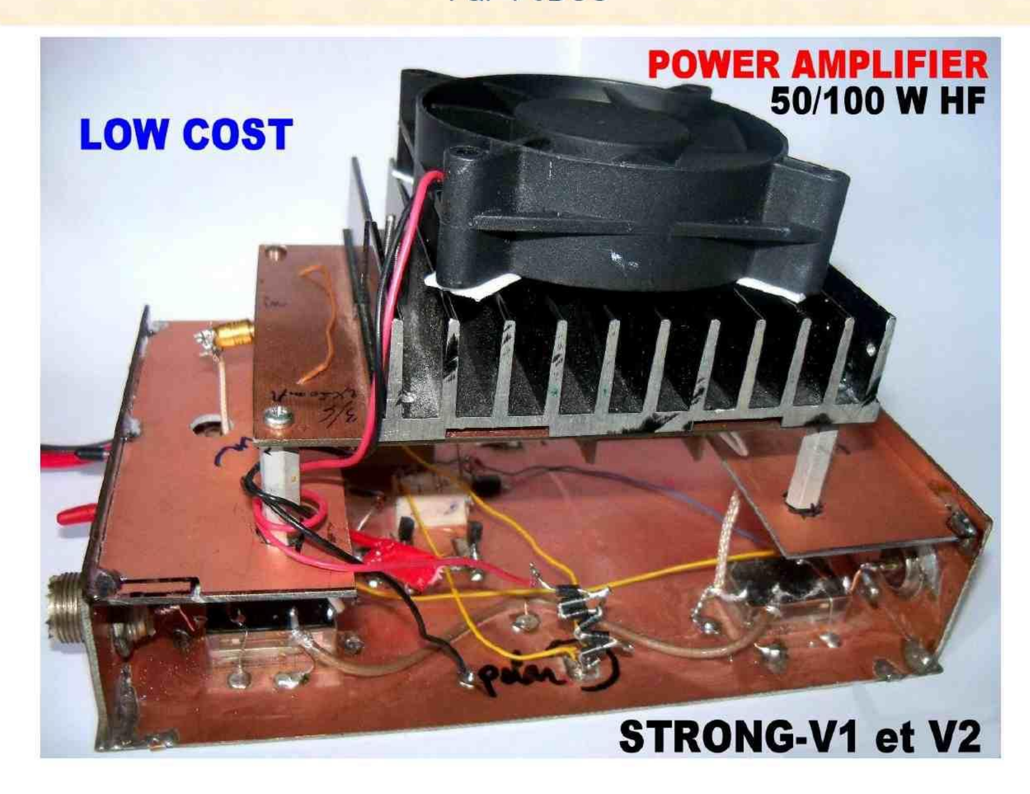
AMPLIFICATEUR LINEAIRE LOW COST

1.5 à 30MHZ - FT817 - FLEX 1500 SDR

STRONG-V1 et STRONG-V2

50/100 WATTS HF de 13.8 à 15 VOLTS

Par F6BCU



Encore deux nouveaux amplificateurs LOW COST, qui sortent de l'ordinaire et cette fois de la puissance à revendre pour 1.50 Euro le transistor. L'habitude de rechercher en permanence des nouveautés et la lecture des données techniques des constructeurs permet de découvrir des composants intéressants.

Depuis 2 décennies les mosfets IRF510, 520, 530 sont devenus les piliers des amplificateurs de puissance des transceivers SSB et CW Home made et QRP. Leur tension de fonctionnement est de 100 volts (note constructeur) l'habitude est de les utiliser entre 12 et 15 volts pour des puissances de 5 à 10 watts HF.

Nous avons par curiosité testé des mosfets basse tension (50 à 60 volts) en sélectionnant ceux qui possèdent des capacitances input Gate (300 à 400pF) et output Drain (150pF) les plus faibles possibles, situées entre L'IRF510 et 530.

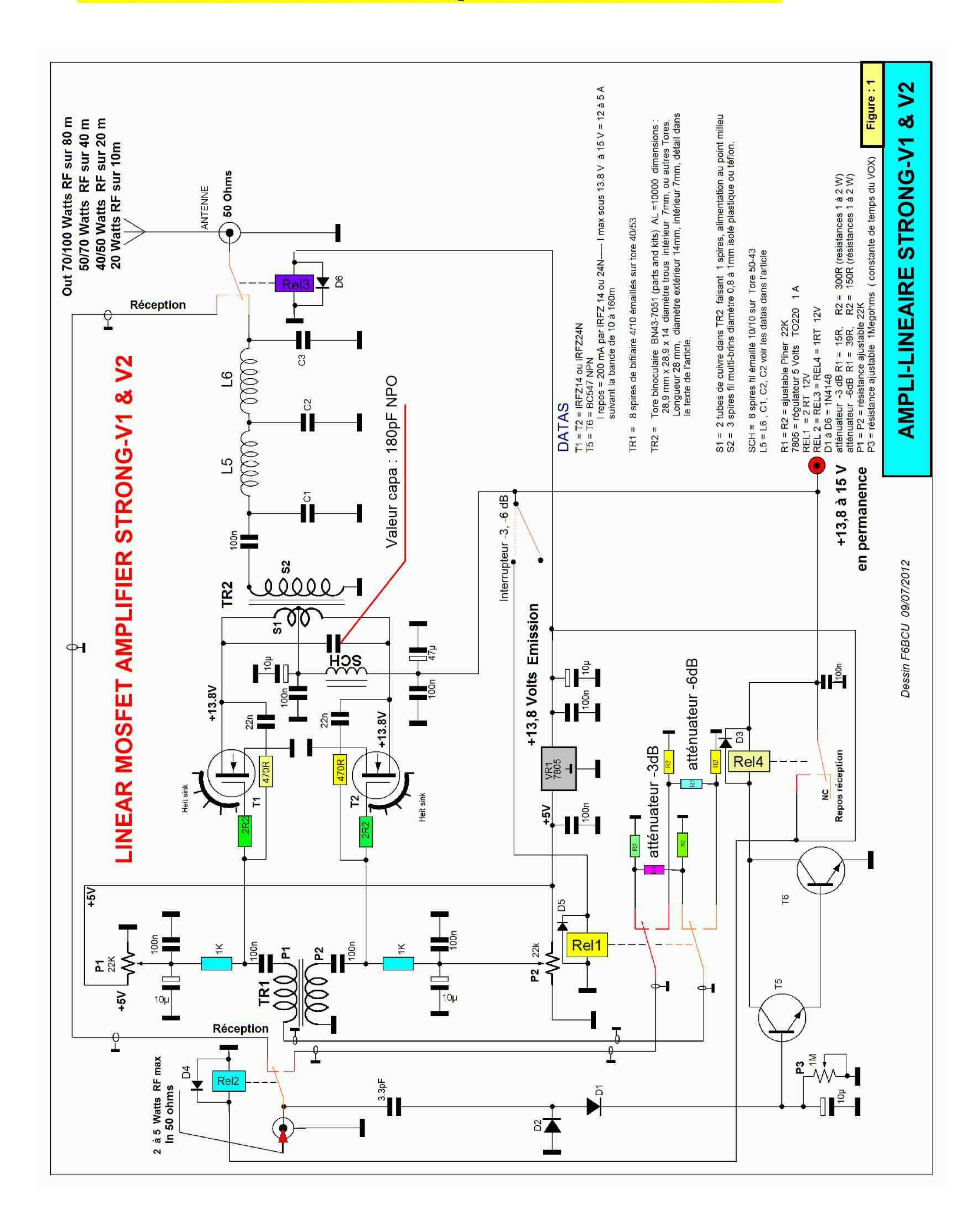
Comme nous l'avons déjà écrit ce fut la grande surprise pour 1 à 2 watts d'excitation HF sous 13.8 à 15 volts, nous avons obtenu de 70 à 100 watts HF suivant le modèle de mosfet sur 80 m et 50 à 70 watts HF sur 40m. En poussant nos essais sur 20m se sont encore 40 à 50 watts HF.

Nous avons sélectionné 3 types de mosfets : IRFZ10, 14 et 24N.(faible capacitance Gate et Drain)

Note de l'auteur

Le boitier utilisé, qui contient les relais, connecteurs PL entrées sortie, alimentation et vox HF est universel est sert de base à l'implantation des diverses platines sur lesquelles sont implantés et soudés les différents mosfets. Quant à la valeur des composantes elle reste inchangée ; c'est le +.

I—SCHÉMA ÉLECTRONIQUE STRONG –V1 & V2



COMMENTAIRE TECHNIQUE SUR LE SCHÉMA

L'amplificateur linéaire STRONG-V1 & V2 est prévu pour travailler :

- Position amplificateur branché, avec connecteurs + câbles, non sous-tension, la liaison est directe du côté transceiver FT817 ou SDR-1500 ; on sort 4 à 5 watts HF en pleine puissance.

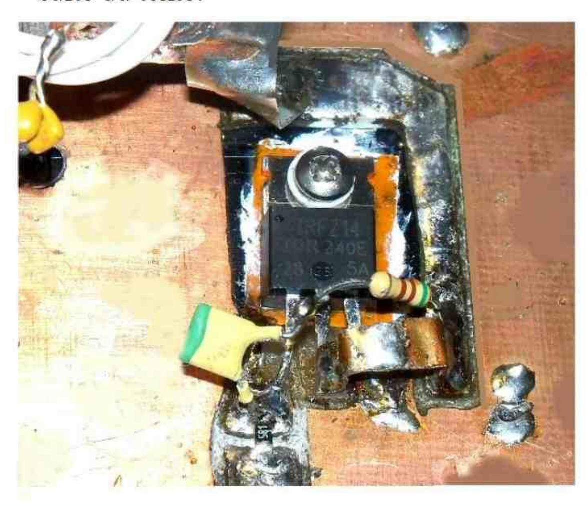
- L'amplificateur est alimenté sous tension de 13.8 à 15 Volts. Nous avons au choix 2 positions de l'atténuateur HF d'entrée avec -3dB ou -6dB qui sera attaqué directement par 4 à 5 watts HF.

Le Schéma électronique présenté ne diffère très peu du schéma classique de nos amplificateurs IRF510 push pull traditionnels, avec **la classique et obligatoire contre réaction** entre Gate et Drain (470R +22nF) ; à l'exception du transformateur de sortie TR2 modifié en conséquence, suite à sa très basse impédance d'entrée : moins de 1,5Ω sur le primaire de TR2

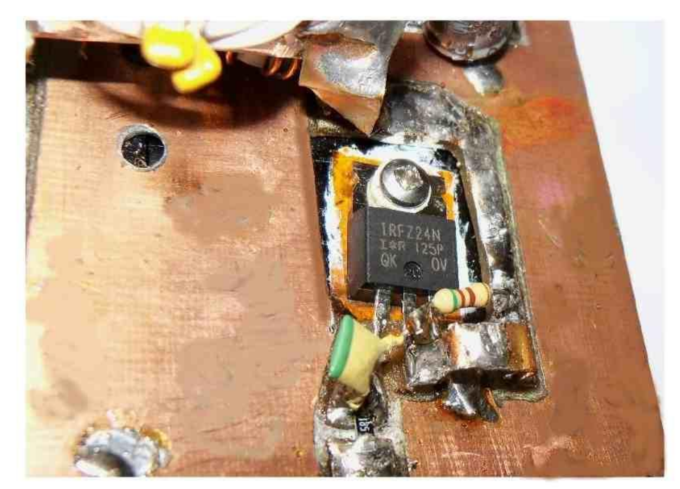
Le passage E/R se fait par Vox/HF et le réglage de la constante de temps passage E/R est commandé par P3. Ce Vox HF nous a donné toute satisfaction et reste très simple à construire.

Le courant de repos est ajusté à 200 mA pour chaque IRFZ14 ou 24N. En pointe de courant on atteint 12 ampères bande 80 m et encore 5 A bande 10m sous 13.8 à 15 volts.

Les filtres passe bas de sortie sont enfichables bande par bande par simplicité. Ce système a été testé avec succès sur les transceiver **SPEEDO CW, TANGO SSB** et amplificateur linéaire **JUMBO-2.** La description complète des filtres passe-bas enfichables et interchangeables sera reprise dans la suite du texte.



Le Mosfet est bien identifié comme étant un IRFZ14 et l'expérimentation sur le premier amplificateur STRONG-V1



Sur cette photo le IRFZ24N est bien visible, une manière incontournable de confirmer la suite de l'expérimentation sur l'amplificateur STRONG-V2

DÉTAIL DES COMPOSANTS

T1 = T2 = IRFZ 14 ou IRFZ24N
T5 = T6 = BC457 NPN
I repos = 200 mA par IRFZ14 ou 24N,

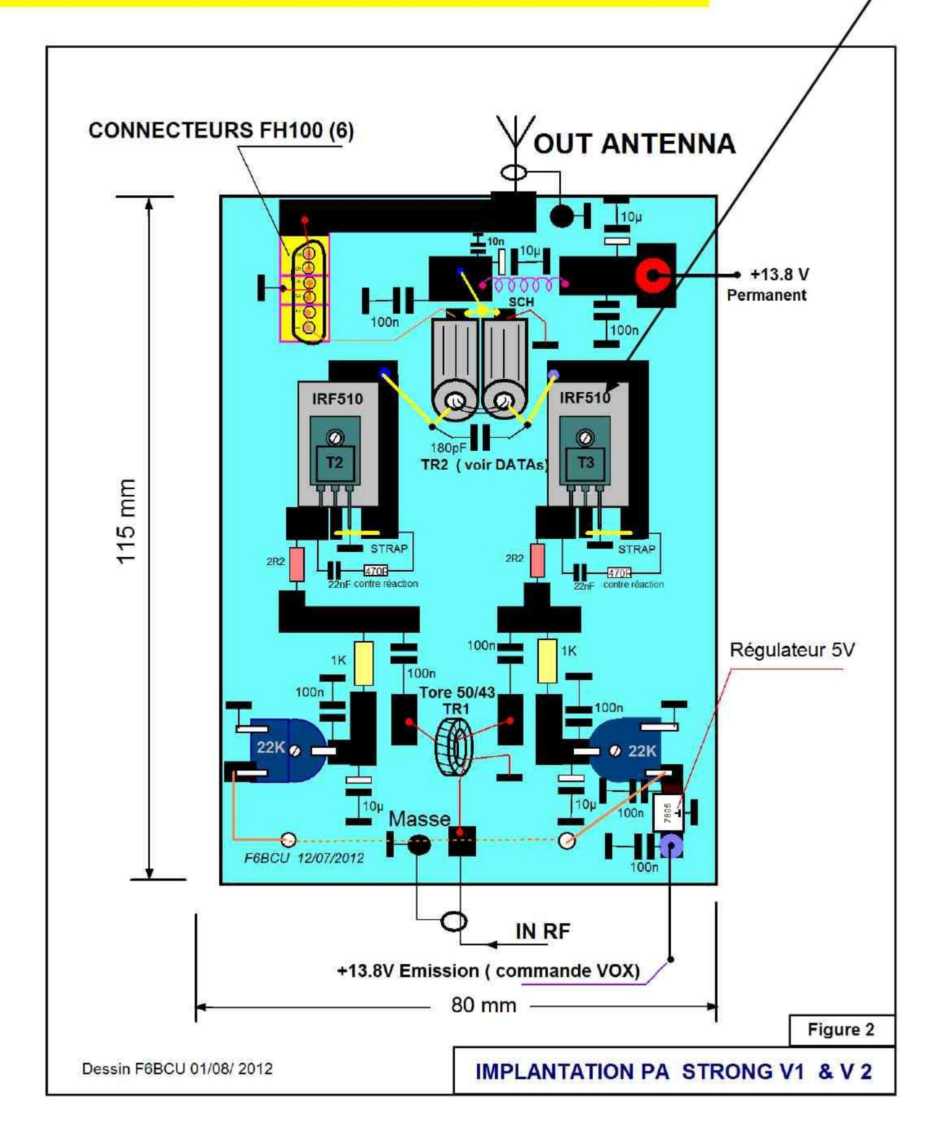
I max sous 13.8 à 15 V = 5 à 12 A suivant la bande de 10 à 160m

TR1 = 8 spires de bifilaire torsadé 4/10 émaillé sur tore 50/43 ou 37/43 (pas critique)
TR2 = Tore binoculaire BN43-7051 (parts and Kits USA) Al = 10.000, dimensions :
28,9 x 28,9 x 14 mm Ø trou intérieur = 7mm, ou autres tores dimensions 28 x 28 x 14mm
diamètre du trou intérieur = 7mm, détails dans la suite de l'article.

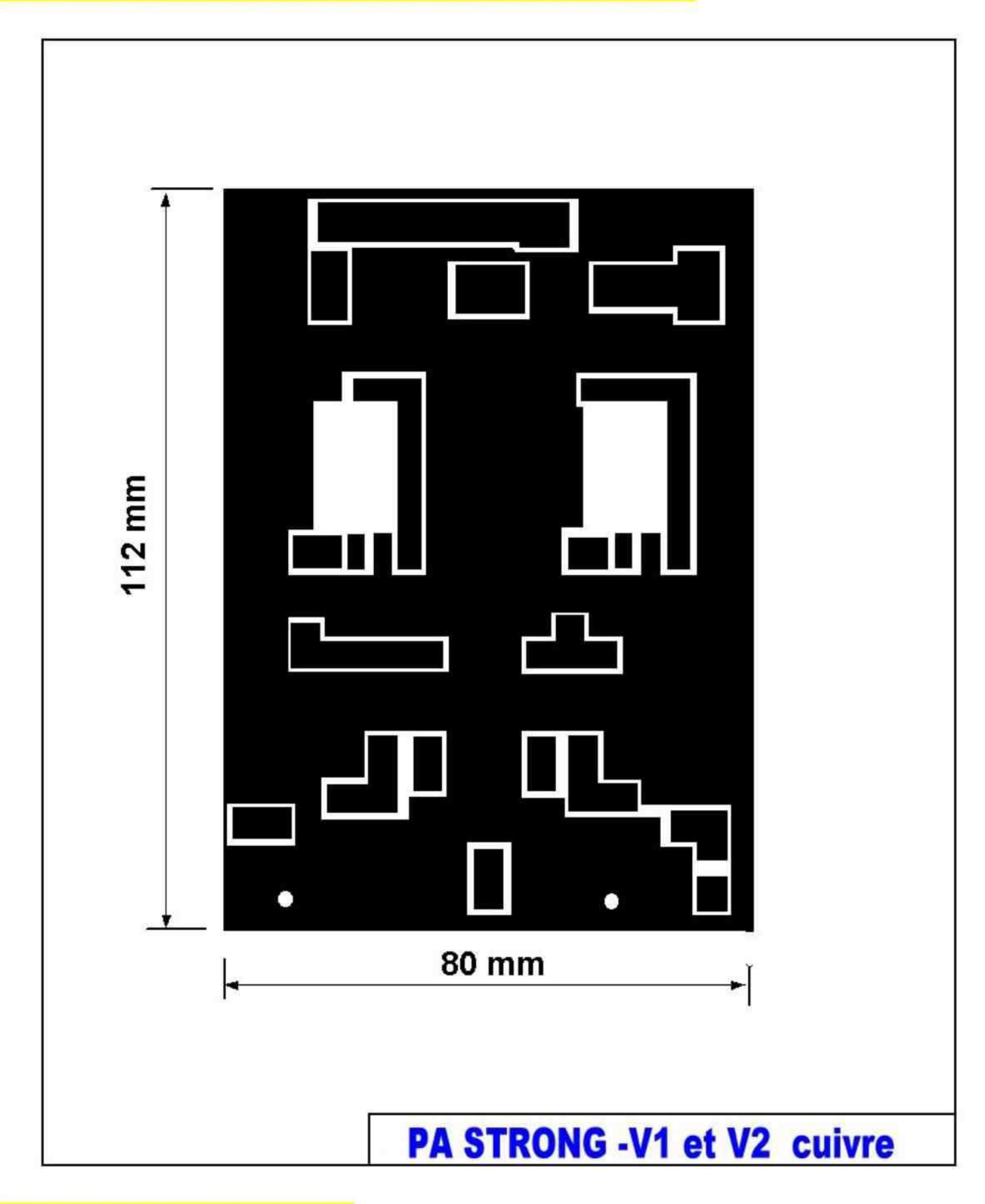
S1 = 2 tubes cuivre dans TR2 faisant 1 spire, alimentation au point milieu (détail dans l'article)
S2 = 3 spires fil multibrins Ø 0,8 à 1mm isolé plastique ou téflon
SCH = 8 spires fil émaillé 10/10 sur Tore 50/43
L5 = L6, **C1** = Ca, **C2** = Cb, **C3** = Cc (voir le détail dans le texte)
P1 = P2= ajustable Piher horizontal 22k
P3 = ajustable Piher horizontal 1MΩ (constante de temps du Vox)
7805 = régulateur TO220 5 v 1 A
Rel 1 = 2RT 12V
Rel 2 = Rel 3 = Rel 4 = 1RT 12V
D1 à D6 = 1N4148
Atténuateur -3dB = R1 = 15R, R2 = 300R 2 watts
Atténuateur -6dB = 51 = 39R, R2 = 150R 2 watts

Lire IRFZ14 ou IRFZ24

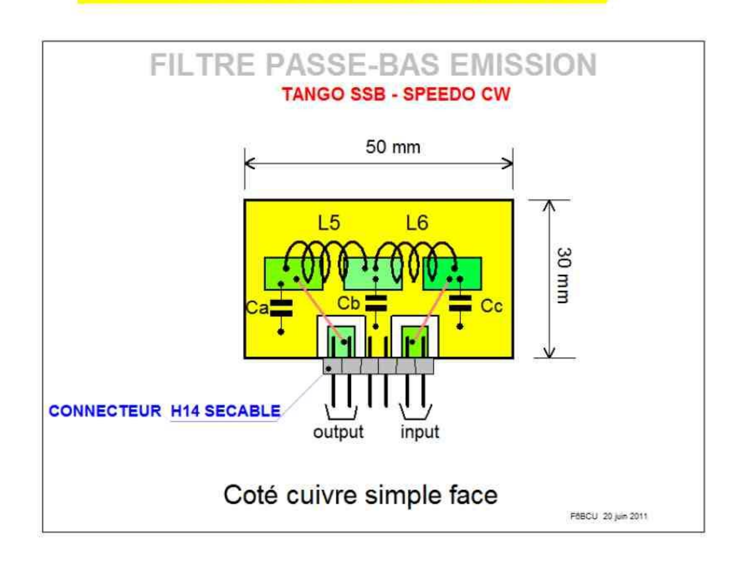
II—IMPLANTATION DES COMPOSANTS

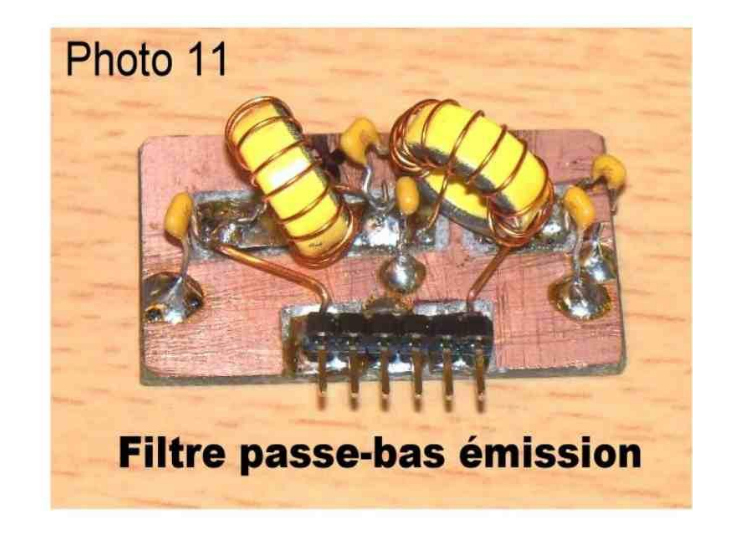


III—CIRCUIT IMPRIME COTÉ CUIVRE



IV—FILTRE PASSE-BAS





Le concept du filtre passe – bas interchangeable et enfichable évite les pertes HF de commutation et une grande simplification dans la construction.

TRANSCEIVER MONO-BANDE TANGO SSB ou SPEEDO CW

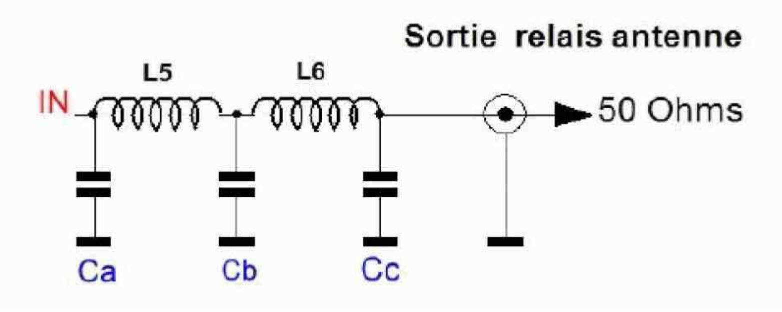
De 10 à 160m

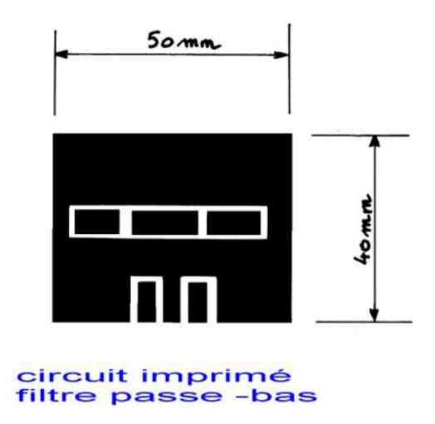
FILTRES PASSE-BAS EMISSION

(F6BCU 15 mai 2011)

	L5	L6	Ca	Cb	Cc
160m	T50-2 32 spires Fil 4/10e	T50-2 32 spires Fil 4/10e	1500pF	2700pF	1500pF
80m	T50-2 20 spires Fil 4/10e	T50-2 20 spires Fil 4/10e	820pF	1500pF	820pF
40m	T50-2 13 spires Fil 4/10e	T50-2 13 spires File 4/10e	470pF	1000pF	470pF
30m	T50-6 13 spires Fil 4/10e	T50-6 13 spires File 4/10e	330pF	2x 330pF	330pF
20m	T50-6 12 spires Fil 4/10e	T50-6 12 spires Fil 4/10e	220pF +33pF	2 x 220pF	220pF
17m	T50-6 11 spires Fil 4/10e	T50-6 11spires Fil 4/10e	180pF	360pF	180pF
15m	T50-6 9 spires Fil 4/10e	T50-6 9 spires Fil 4/10e	150pF	330pF	150pF
12m	T50-6 7 spires Fil 4/10e	T50-6 7 spires Fil 4/10e	100 +27pF	220+27pF	100+27pF
10m	T50-6 6 spires Fil 4/10e	T50-6 6 spires Fil 4/10e	100pF	220pF	100pF

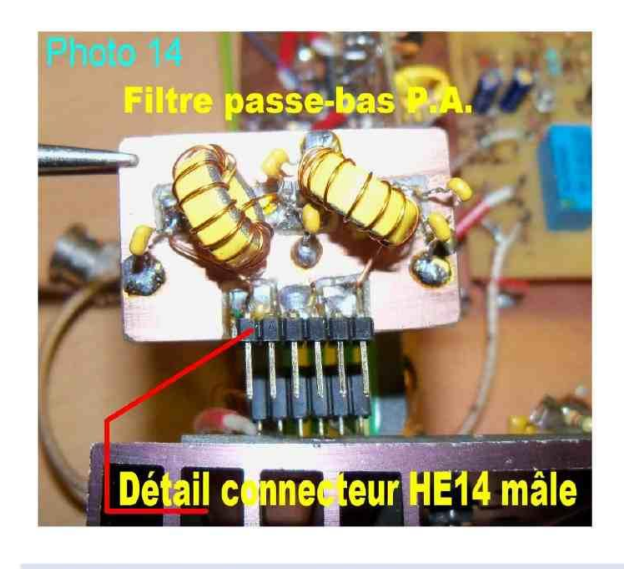
FILTRE PASSE - BAS





circuit imprimé
filtre passe -bas







Connecteur H100 sur le P.A.
Femelle

NOTE DE L'AUTEUR

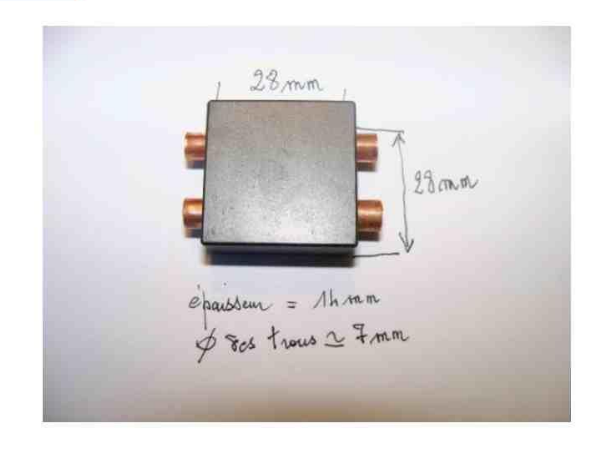
Tous ces filtres passe –bas émissions enfichables, sont compatibles sur toutes les séries BINGO et servent aussi pour tester les divers étages Driver et de Puissance lors des séances de mesures des nouvelles constructions. **En trafic SSB ou CW ils supportent sans chauffer plus de 70 watts HF sur 80 m**

V—LE TRANSFORMATEUR TR2

L'amplificateur JUMBO 2 est équipé d'un transformateur de sortie binoculaire de grosses dimensions le BN43/7051 (vendu aux USA par Parts and KIT sur le WEB) qui a servi à l'expérimentation et la mise au point du PA. Mais il peut être remplacé par 2 tubes en ferrite de dimensions voisines que nous avons testé sur un nouvel amplificateur : le STRONG-V1 plus puissant et plus simple que le JUMBO-2. Les références des tubes ferrites et fournisseurs seront communiquées à la fin de l'article.

DÉTAILS DE CONSTRUCTION DE TR2









8





Une 2ème méthode de construction existe en remplacement du feuillard de cuivre ou de laiton pour construire les 2 tubes. Cette méthode est décrite dans le Radioamateur Handbook de l'ARRL (USA). On utilise de la tresse de gros câble coaxial KX4 ou RG-58, les résultats HF sont identiques. L'enroulement secondaire est enroulé à l'intérieur du câble coaxial.



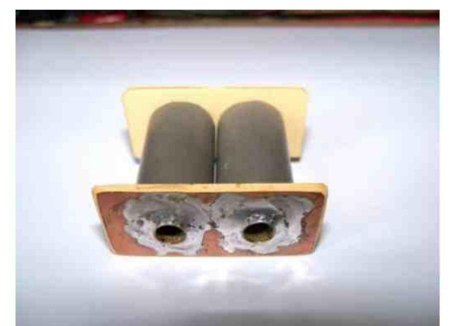




Approvisionnement en Tores ferrite : les tores traversés par les fils d'alimentation et autres câbles de commandes, ordinateurs, USB, pour bloquer le HF fonctionnent jusqu'à 30 MHz en général dans les amplificateurs large bande HF émission .
Conrad électronic vend le Tore n° 50 80 55-49 sur son catalogue 2011/2012 aux dimensions : diamètre extérieur 18mm, épaisseur 10mm, diamètre intérieur 10mm il en faut 6, 3 +3 assemblés avec du Scotch pour faire un excellent transformateur de sortie TR2 (puissance 100 à 150 Watts HF et +).

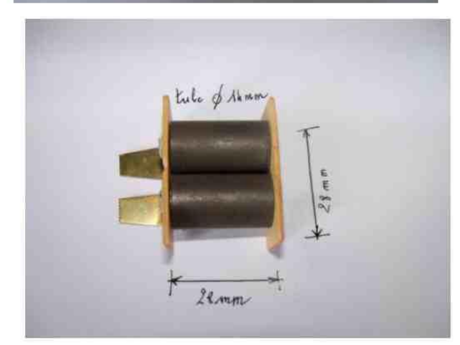
La 3ème méthode de construction de TR2 est la plus généralisée. Les tubes en ferrite sont disponibles chez Conrad Electronic. Il faut aussi posséder les tubes de diamètre ad hoc en cuivre ou en laiton ou utiliser de la tresse de câble coaxial.











VI—CONSTRUCTION DE L'AMPLIFICATEUR





Le circuit imprimé utilisé pour l'amplificateur STRONG-V1 & V2 est le même que les circuits imprimés d'antan utilisé sur les push pull d'IRF510
seules quelques pistes du filtre passe-bas on été modifiées. Quant aux dimensions du circuit, il est aussi inchangé ; nous restons à 115 x 82 cm.

Côté radiateur il fait au minimum 10 x 10 cm hauteur 3 cm avec une soufflerie de CPU d'ordinateur qui fonctionne en permanence, émission et réception (pour un ventilateur de 12 V) réduire la tension à 8/9 volts avec des diodes en série ; le bruit ambiant de ventilation est discret et ne perturbe pas le micro.



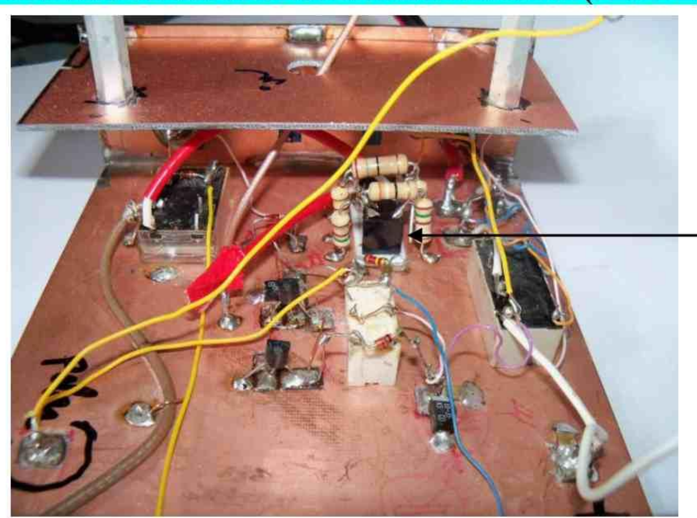


COFFRET DE L'AMPLIFICATEUR 11x 19 x 4 cm



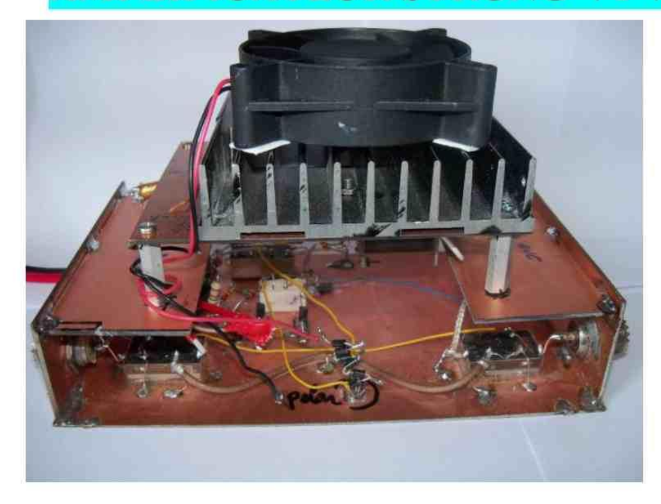


ATTÉNUATEUR Ă RÉSISTANCES (1 à 2 w)



Disposition des résistances atténuateur en périphérie du relais 2 x RT

AMPLIFICATEUR STRONG-V1 V2 FINALISÉ

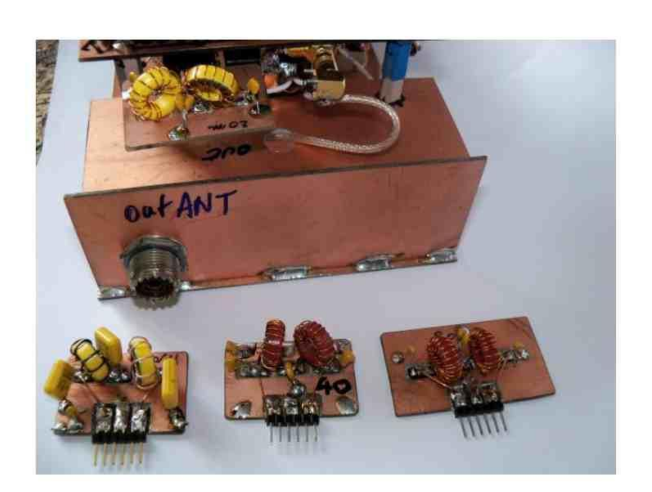


Une soufflerie d'ordinateur en 12V est utile



Vue du filtre passe–bas enfichable





VII—RÉGLAGES

Vérifications préliminaires

De base l'amplificateur est câblé sur son circuit imprimé avec le radiateur et les connecteurs IN et OUT (SMA ou autre).

- S'assurer qu'entre la borne + 13.8 V côté Drain du PA et masse la résistance mesurée fait entre 500 et 600 Ω
- Alimenter le régulateur 7805 en + 13.8 V (sans alimentation côté Drain) et s'assurer du + 5 Volts
- Positionner un voltmètre entre curseur de P1, P2 et masse et s'assurer de la variation de 0 à 5 volts par rotation de la commande du curseur.

Vérifications et tests de fond

- Brancher une charge fictive 50 Ω et indicateur Wattmètre (aiguille ou digital) et enficher un filtre passe-bas 40 ou 80m.

- Préparer l'alimentation du PA avec un contrôleur universel sensibilité 500 mA disposé en série + des Drains du PA. (PA et P2 sont curseurs à la masse.

- Brancher le + 13.8 V sur le régulateur 7805 rien ne dévie c'est parfait !

- Ajuster P1 (rotation douce) pour un courant de repos de 200 mA et P2 pour un courant de repos de 400mA max (200 + 200 mA).

Le PA est réglé en état de fonctionnement

Tests HF

- Connecter un FT817 ou Flex 1500 à régler sur 0.5 watts HF environ ; tout est branché. Le contrôleur universel en série dans l'alimentation 13.8V, est sur la sensibilité 10 A.

- Générer sur 40 m par exemple un **signal FM** avec le FT817 ou un **Tun** avec le FLEX 1500. Le wattmètre va monter à 15 watts HF, le contrôleur indique 2 Ampères environ.

- Générer maintenant 1 watts HF nous aurons 25 à 30 watts HF et un courant de 4 Ampères.

- Pour terminer excitons avec 1 à 2 watts HF, plus de 5 watts HF sont mesurés et l'intensité grimpe à 8 A. En dernier ressort passer à 15 volts ; les 70 watts HF sont atteints, I = 10 A. (avec le IRFZ24N)

- Sur 80m, ce sont 100 watts HF et 50 watts HF sur 20 m etc.. (avec le IRFZ24N)

Pour finaliser, vérifier le bon fonctionnement du VOX HF, émettre avec 4/5 watts HF et se servir des atténuateurs commutables -3, -6 dB pour ajuster le niveau de sortie du P.A.

Note de l'auteur

- Dès que le PA dans son boitier est alimenté, les atténuateurs sont actifs en fonctionnement et la puissance de sortie maximum est limitée à 2/2.5 W HF.

VIII—SCHÉMA GÉNÉRAL (relais, commandes, commutations)

Note de l'auteur

Ce schéma a été dessiné suite à la demande de certains constructeurs

alimentation 13.8 à 15V

DATAS

Relais 1, 2, 3, 4 = relais 12 Volts 1à 2 A 2 RT (FINGER, OMRON)
Sécurité : Relai 5 = Relais 12 V 5 A 1RT, protection contre les inversions de polarisation
IN RF , OUT RF = prise PL de châssis
D2, 3, 4, 5, 6, 7 = 1N4148

SCHEMA GENERAL STRONG V1-V2

CONCLUSION

L'amplificateur STRONG6 V1 &V2 est vraiment low-cost, un peu plus de 70 €uros. Nous l'utilisons aussi pour nos essais sur notre Flex1500 SDR et les QSO se font sans problème. Mais c'est aussi un amplificateur utilisable pour le mobile et le portable. Facilement utilisable avec un transceiver QRP pour lui donner, le punch nécessaire !

Construire un amplificateur linéaire avec 4 x IRFZ24N et sortir 150 à 200 watts HF encore une idée !!

FIN de l'article



F6BCU –BERNARD MOUROT—F8KHM RC de la Ligne bleue
9, rue des sources –88100 REMOMEIX—VOSGES—FRANCE

LUXEUIL LES BAINS LE 03 août 2012

AMPLIFICATEUR LINEAIRE LOW COST

1.5 à 30MHZ - FT817 - FLEX 1500 SDR

JUMBO-2

25/60 WATTS HF de 13.8 à 15 VOLTS

Par F6BCU



Le prix de vente des amplificateurs linéaires HF de puissance ne fait que de s'envoler et bientôt au de-là de 100 watts HF, si ce n'est déjà le cas, chez certains revendeurs de l'hexagone, ont dépassé le prix d'un transceiver genre FT817ND de YEASU/VERTEX.

L'utilisation quotidienne des composants et l'expérimentation donne des idées !
Aujourd'hui l'utilisation des tensions entre 11 et 15 volts est courante et la majorité des alimentations délivrent de 11 à 15 volts sous 10 à 40 Ampères sans problème.

Développer un type d'amplificateur linéaire avec des tensions supérieures à 15 volts n'est plus utile et nous laisserons de côté les 24 et 28 volts envisagés au préalable.

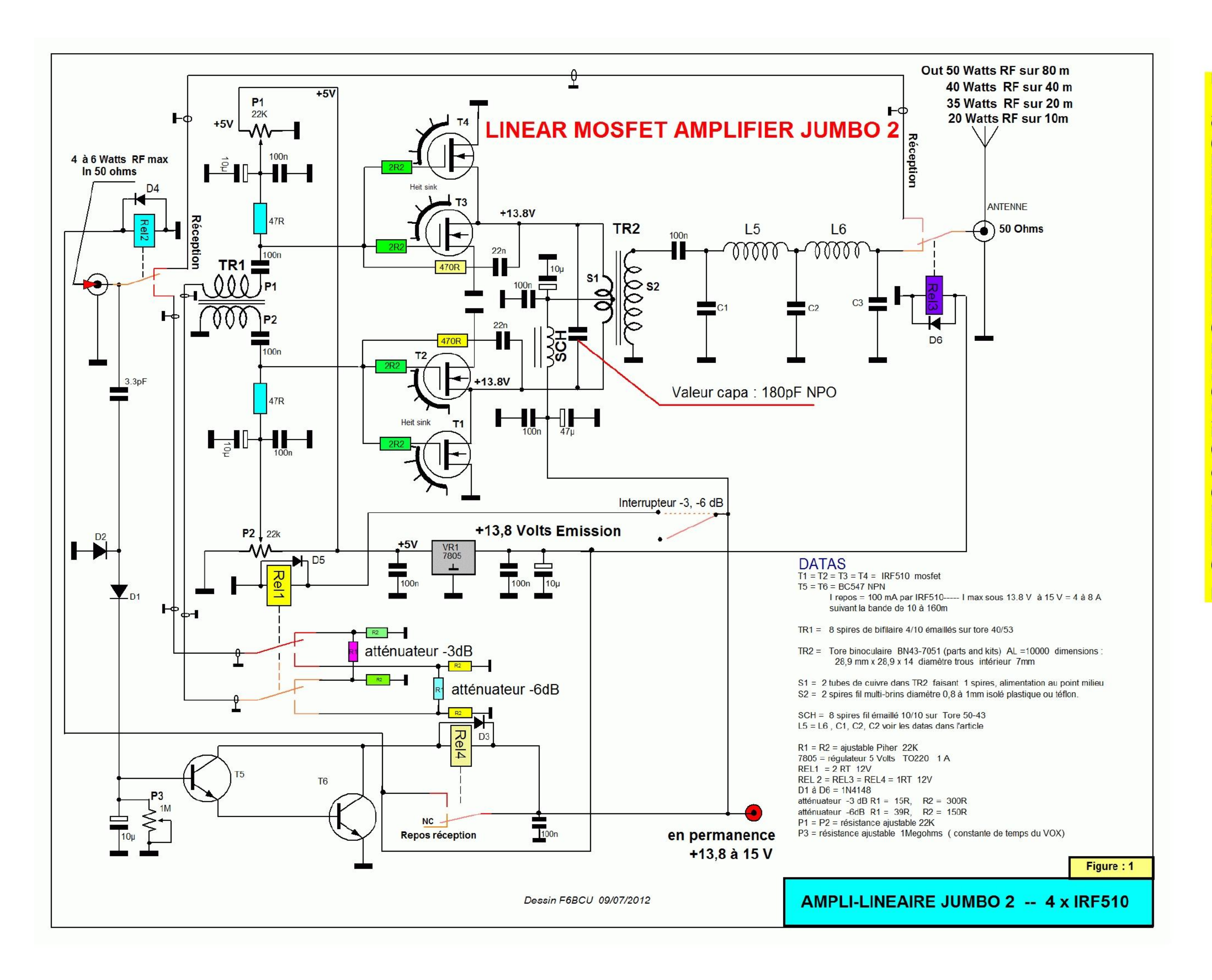
Nous avons expérimenté par curiosité, un amplificateur linéaire équipé de 2 x 2 transistors Mosfet IRF510 en push pull parallèle et surprise, surprise, les résultats étonnants obtenus et la simplicité des moyens utilisés méritaient la rédaction d'un article.

En février 2009 nous avions rédigé un article : **Amplificateur Linéaire Turbo 20 pour FT817** classé dans la **Rubrique 20m** du CD HANDBOOK de la Ligne bleue, avec un push pull de 2 x IRF510. Nous obtenions 15 watts HF sur 20m avec 1 watt HF du FT817, tension de 13.5 à 15 volts.

Aujourd'hui avec 4 x IRF510, et 2 watts HF entrée, nous avons plus que doublé la puissance de sortie, et encore 20/25 watts HF sur 10 m avec une tension de 13.8 à 15 volts.

SCHÉMA GÉNÉRAL DES CIRCUITS DE COMMANDES ET RELAIS Ă LA FIN DE L'ARTICLE

I—SCHÉMA ÉLECTRONIC JUMBO-2



COMMENTAIRE TECHNIQUE SUR LE SCHÉMA

L'amplificateur linéaire JUMBO-2 est prévu pour travailler :

- Position amplificateur branché connecteurs + câbles, non sous-tension, la liaison est directe du côté transceiver FT817 ou SDR-1500 ; on sort 4 à 5 watts HF en pleine puissance.

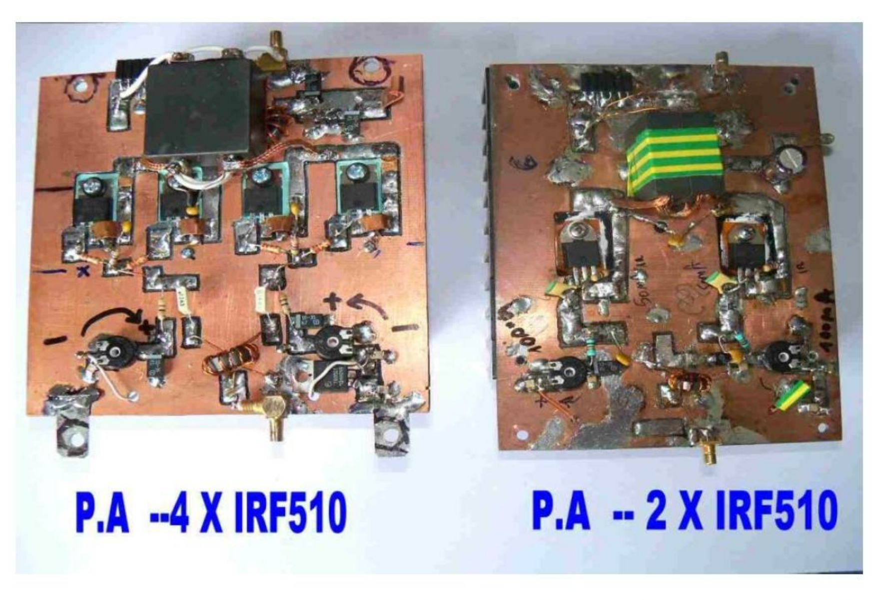
- L'amplificateur est alimenté sous tension de 13.8 à 15 Volts. Nous avons au choix 2 positions de l'atténuateur HF d'entrée avec -3dB ou -6dB qui sera attaqué directement par 4 à 5 watts HF.

Le Schéma électronique présenté ne diffère très peu du schéma classique de nos amplificateurs IRF510 push pull traditionnels, avec la classique contre réaction entre Gate et Drain ; à l'exception de 2 x IRF510 ajouté dans le push pull et du transformateur de sortie **TR2** modifié en conséquence.

Le passage E/R se fait par Vox/HF et le réglage de la constante de temps passage E/R est commandé par P3. Ce Vox HF nous a donné toute satisfaction et reste très simple.

Le courant de repos est ajusté à 200 mA pour le couple T1-T2 et T3-T4. En pointe de courant on atteint 8 A bande 80 m et encore 4 A bande 10m sous 13.8 à 15 volts.

Les filtres passe bas de sortie sont enfichables bande par bande par simplicité. Ce système a été testé avec succès sur les transceiver **SPEEDO CW** et **TANGO SSB.** La description complète des filtres passe-bas enfichables et interchangeables sera reprise dans la suite du texte.



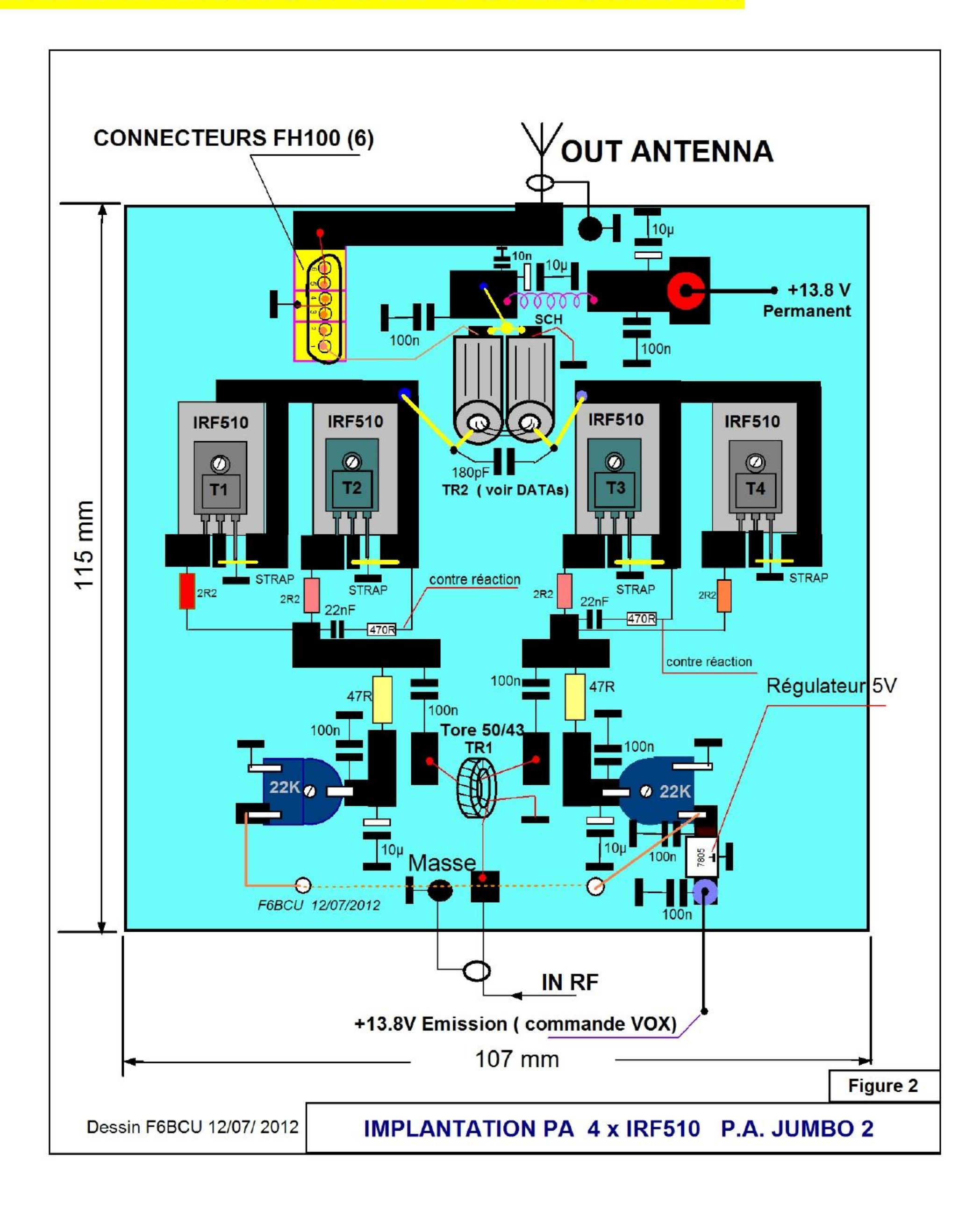
La photo ci-dessus représente le P.A avec 4 x IRF510 et 2 x IRF510 les dimensions des circuits imprimés ont peu évolués. Les dimensions restent toujours 107 x 115 mm.

DÉTAIL DES COMPOSANTS

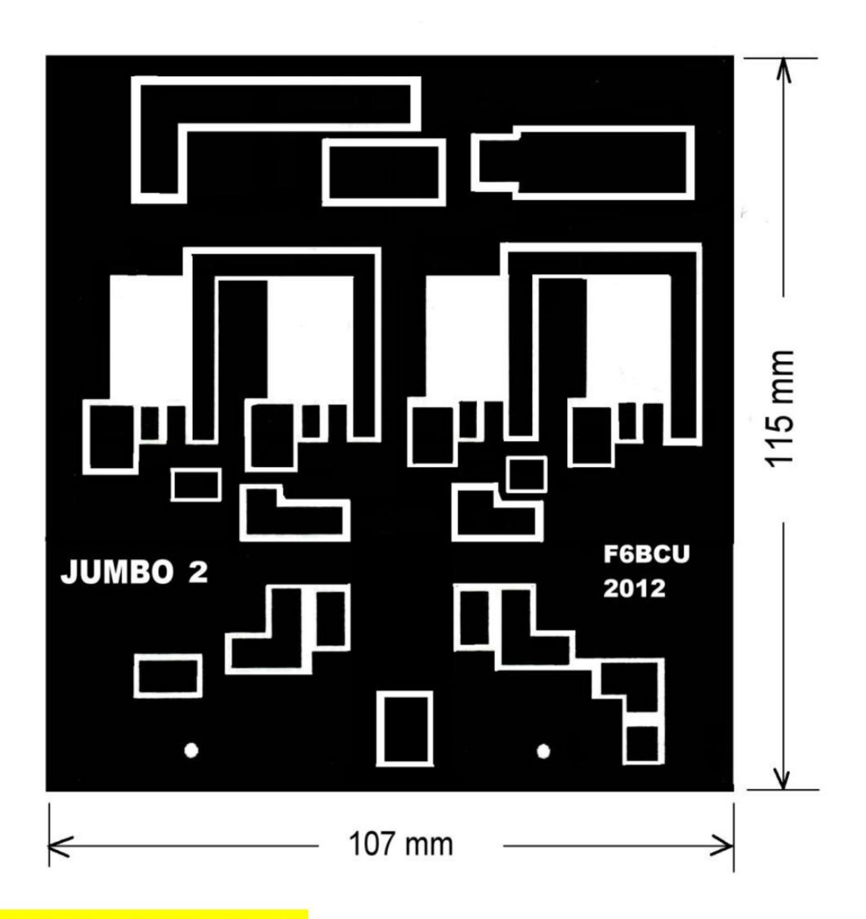
T1 = T2 = T3 = T4 = Mosfet IRF510
T5 = T6 = BC457 NPN

I repos = 100 mA par IRF510 ou 200 mA pour T1et T2, T3 et T4
I maximum = 4 à 8 A suivant la bande de 10 à 160m
TR1 = 8 spires de bifilaire torsadé 4/10 émaillé sur tore 50/43
TR2 = Tore binoculaire BN43-7051 (parts and Kits USA) Al = 10.000, dimensions : 28,9 x 28,9 x 14 mm Ø trou intérieur = 7mm
S1 = 2 tubes cuivre dans TR2 faisant 1 spire, alimentation au point milieu
S2 = 2 spires fil multibrins Ø 0,8 à 1mm isolé plastique ou téflon
SCH = 8 spires fil émaillé 10/10 sur Tore 50/43
L5 = L6, **C1** = Ca, **C2** = Cb, **C3** = Cc (voir le détail dans le texte)
P1 = P2= ajustable Piher horizontal 22k
P3 = ajustable Piher horizontal 1MΩ (constante de temps du Vox)
7805 = régulateur TO220 5 v 1 A
Rel 1 = 2RT 12V
Rel 2 = Rel 3 = Rel 4 = 1RT 12V
D1 à D6 = 1N4148
Atténuateur -3dB = R1 = 15R, R2 = 300R 2 watts
Atténuateur -6dB = 51 = 39R, R2 = 150R 2 watts

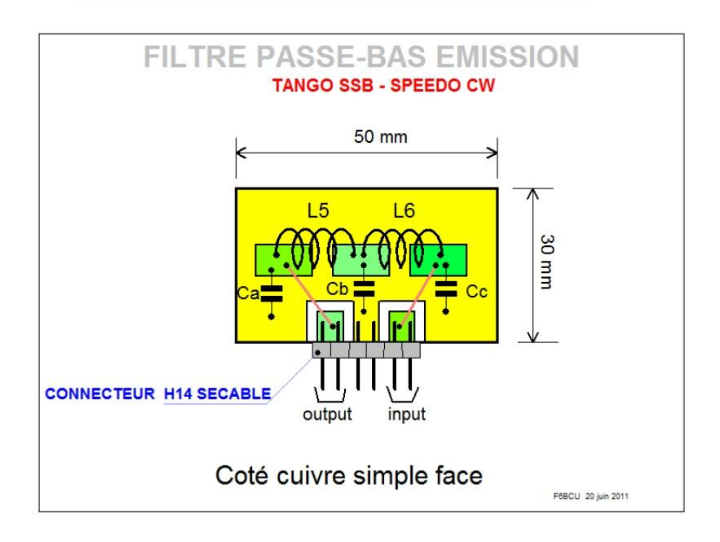
II—IMPLANTATION DES COMPOSANTS

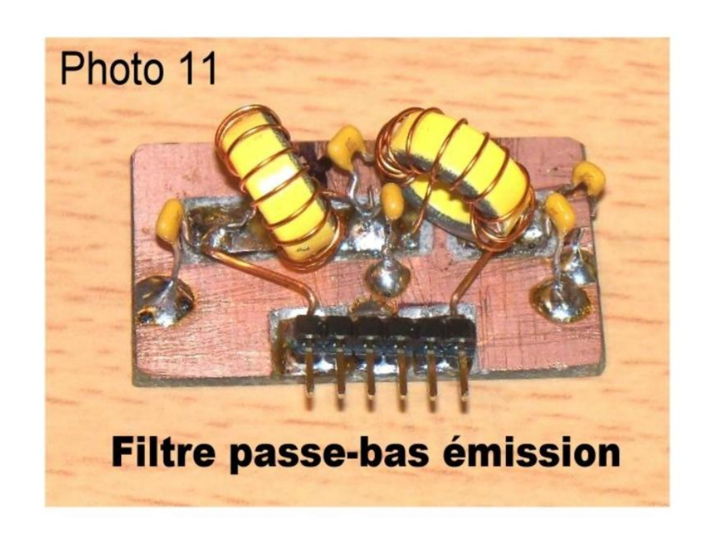


III—CIRCUIT IMPRIME COTÉ CUIVRE



IV—FILTRE PASSE-BAS





Le concept du filtre passe – bas interchangeable et enfichable évite les pertes HF de commutation et une grande simplification dans la construction.

TRANSCEIVER MONO-BANDE TANGO SSB ou SPEEDO CW

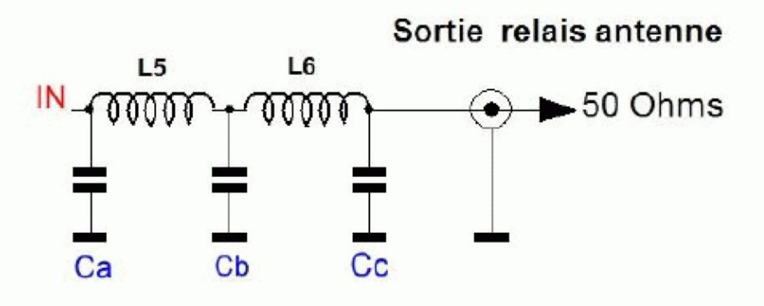
De 10 à 160m

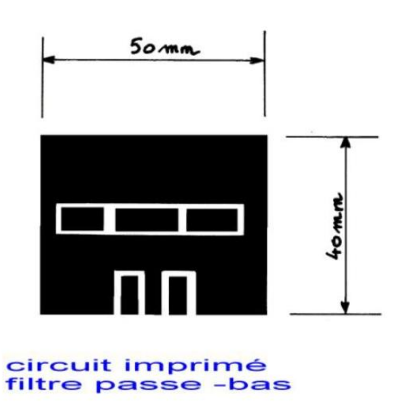
FILTRES PASSE-BAS EMISSION

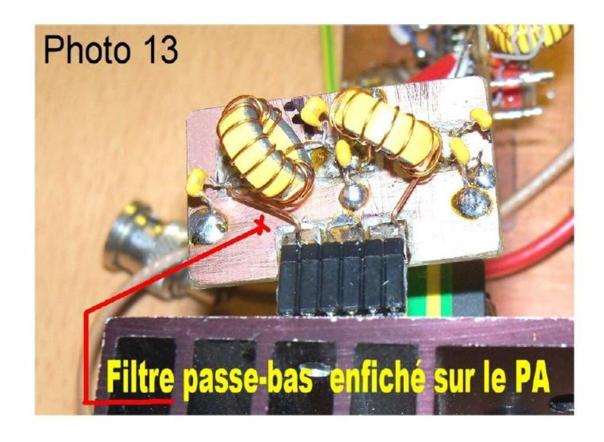
(F6BCU 15 mai 2011)

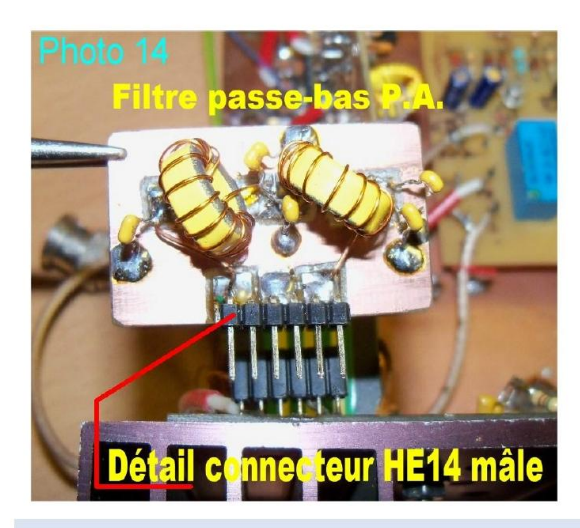
	L5	L6	Ca	Cb	Cc
160m	T50-2 32 spires Fil 4/10e	T50-2 32 spires Fil 4/10e	1500pF	2700pF	1500pF
80m	T50-2 20 spires Fil 4/10e	T50-2 20 spires Fil 4/10e	820pF	1500pF	820pF
40m	T50-2 13 spires Fil 4/10e	T50-2 13 spires File 4/10e	470pF	1000pF	470pF
30m	T50-6 13 spires Fil 4/10e	T50-6 13 spires File 4/10e	330pF	2x 330pF	330pF
20m	T50-6 12 spires Fil 4/10e	T50-6 12 spires Fil 4/10e	220pF +33pF	2 x 220pF	220pF
17m	T50-6 11 spires Fil 4/10e	T50-6 11spires Fil 4/10e	180pF	360pF	180pF
15m	T50-6 9 spires Fil 4/10e	T50-6 9 spires Fil 4/10e	150pF	330pF	150pF
12m	T50-6 7 spires Fil 4/10e	T50-6 7 spires Fil 4/10e	100 +27pF	220+27pF	100+27pF
10m	T50-6 6 spires Fil 4/10e	T50-6 6 spires Fil 4/10e	100pF	220pF	100pF

FILTRE PASSE - BAS











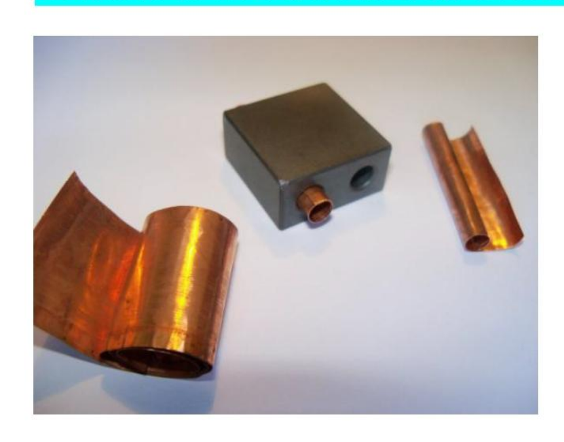
Connecteur H100 sur le P.A.
Femelle

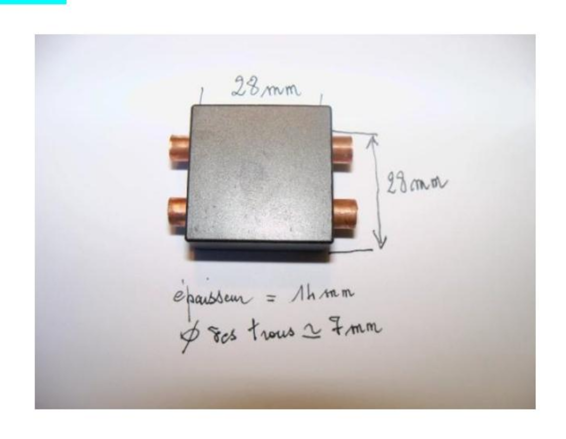
NOTE DE L'AUTEUR
Tous ces filtres passe –bas émissions enfichables, sont compatibles sur toutes les séries BINGO et servent aussi pour tester les divers étages Driver et de Puissance lors des séances de mesures des nouvelles constructions. **En trafic SSB ou CW ils supportent sans chauffer plus de 70 watts HF sur 80 m**

V—LE TRANSFORMATEUR TR2

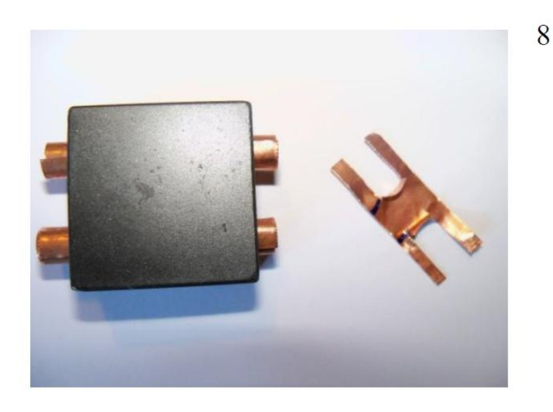
L'amplificateur JUMBO 2 est équipé d'un transformateur de sortie binoculaire de grosses dimensions le BN43/7051 (vendu aux USA par Parts and KIT sur le WEB) qui a servi à l'expérimentation et la mise au point du PA. Mais il peut être remplacé par 2 tubes en ferrite de dimensions voisines que nous avons testé sur un nouvel amplificateur : le STRONG-1 plus puissant et plus simple que le JUMBO-2 (sa future description est à la suite de celle–ci). Les références des tubes ferrites et fournisseurs seront communiquées à la fin de l'article.

DÉTAILS DE CONSTRUCTION DE TR2

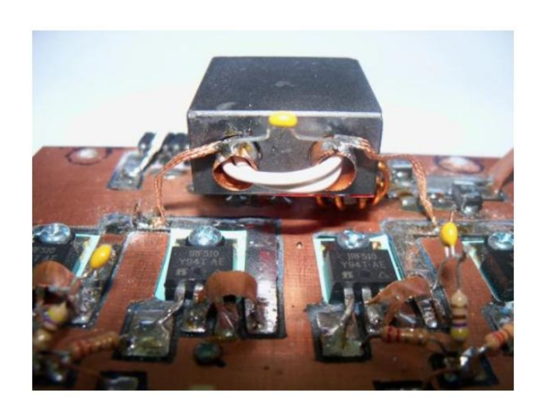


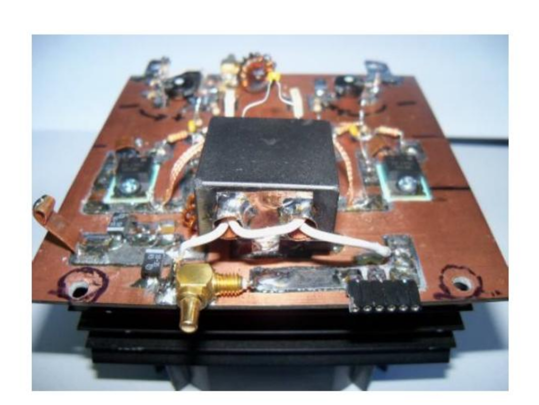




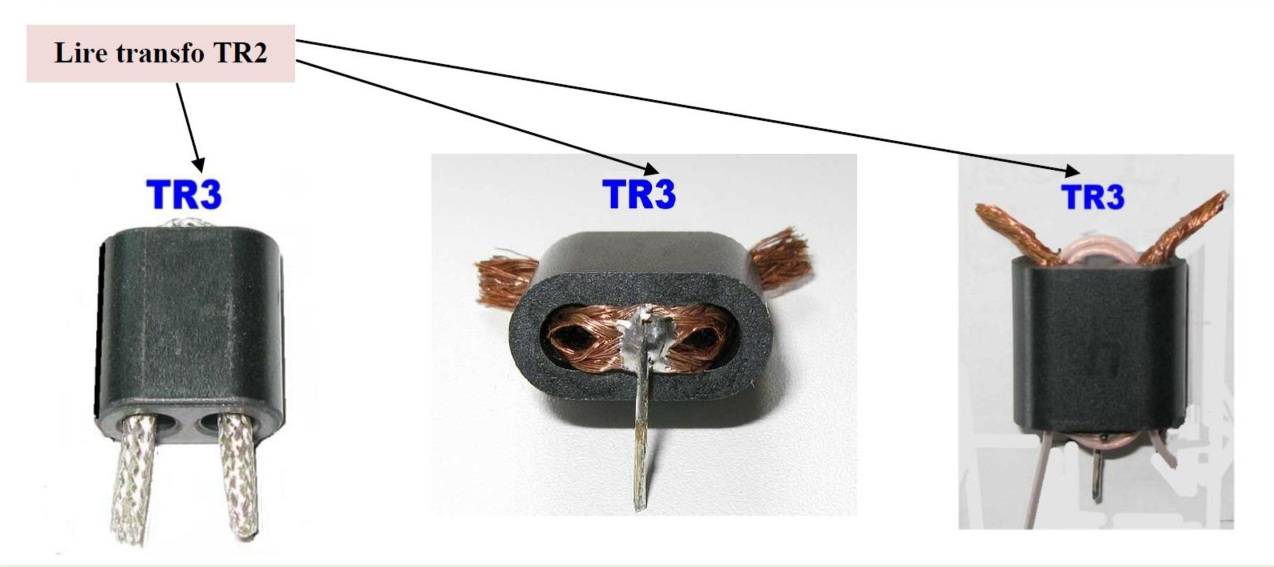


8





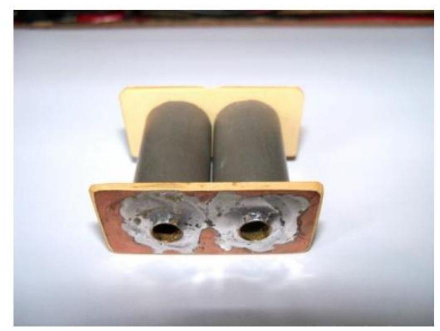
Une 2ème méthode de construction existe en remplacement du feuillard de cuivre ou de laiton pour construire les 2 tubes. Cette méthode est décrite dans le Radioamateur Handbook de l'ARRL (USA). On utilise de la tresse de gros câble coaxial KX4 ou RG-58, les résultats HF sont identiques. L'enroulement secondaire est enroulé à l'intérieur du câble coaxial.



Approvisionnement en Tores ferrite : les tores traversés par les fils d'alimentation et autres câbles de commandes, ordinateurs, USB, pour bloquer le HF fonctionnent jusqu'à 30 MHz en général dans les amplificateurs large bande HF émission .
Conrad électronic vend le Tore n° 50 80 55-49 sur son catalogue 2011/2012 aux dimensions : diamètre extérieur 18mm, épaisseur 10mm, diamètre intérieur 10mm il en faut 6, 3 +3 assemblés avec du Scotch pour faire un excellent transfos de sortie TR3 (puissance 100 à 150 Watts HF).

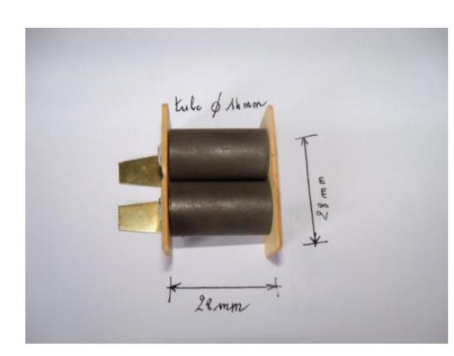
La 3ème méthode de construction de TR2 est la plus généralisée. Les tubes en ferrite sont disponibles chez Conrad Electronic. Il faut aussi posséder les tubes de diamètre ad hoc en cuivre ou en laiton ou utiliser de la tresse de câble coaxial.







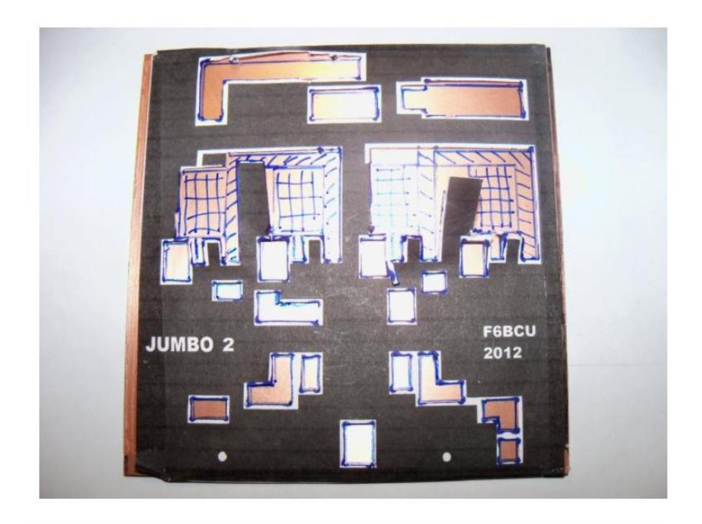




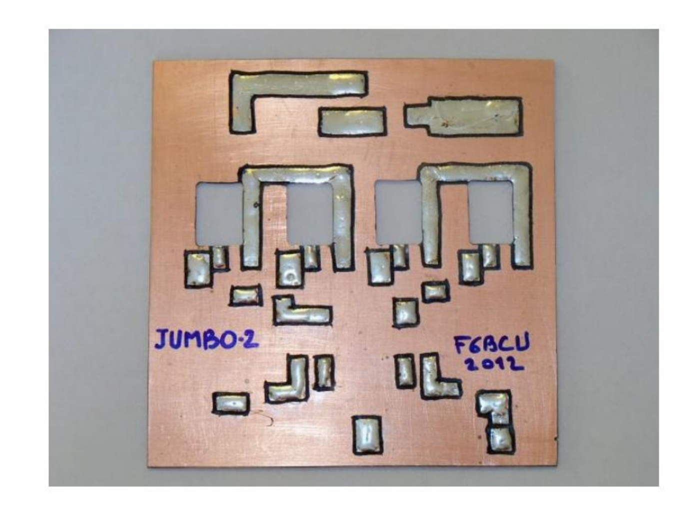
VI—CONSTRUCTION DE L'AMPLIFICATEUR

CÔTÉ CIRCUIT IMPRIMÉ

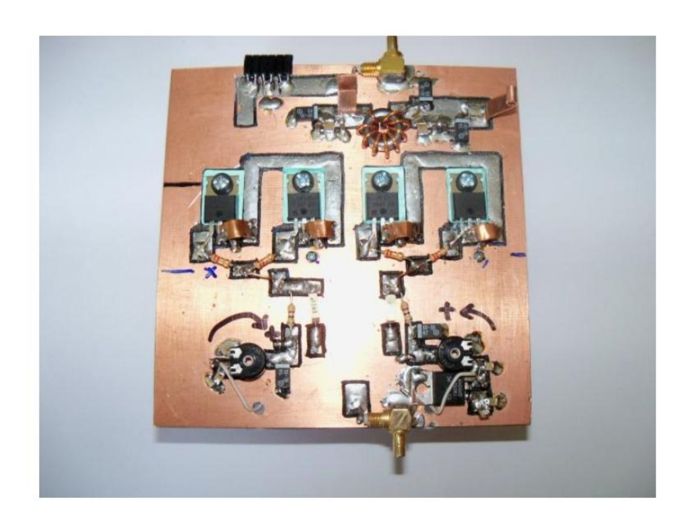
Pour donner une idée de la simplicité de la construction et de l'implantation des composants, il faut des photos bien détaillées.



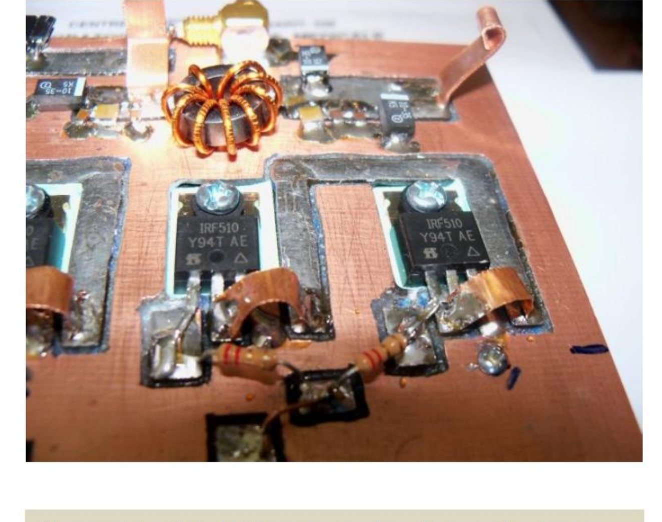
Le circuit prototype du JUMBO-2 a été fabriqué artisanalement. Une feuille du circuit imprimé à l'échelle 1/1 est collée sur la plaque cuivre époxy aux dimensions de 107 x 115 mm.



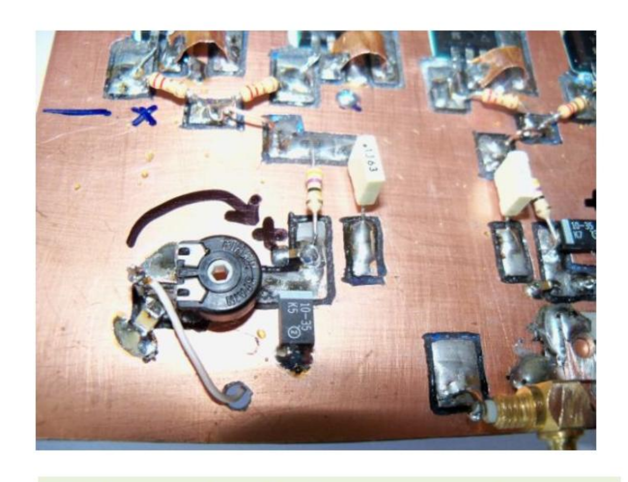
Découpage au cutter des pistes et ilots en cuivre et marquage au feutre indélébile noir. Détourage au Dremel avec une fraise. Ensuite perçage et ajustement des logements (lumières pour les 4 x IRF510)



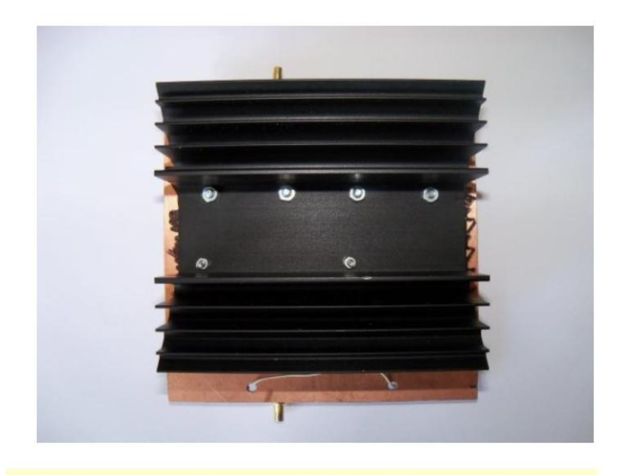
Les 4 x IRF510 sont isolés du radiateur par une lamelle en mica ou téflon isolant et canon de vis Ø 3mm en téflon.



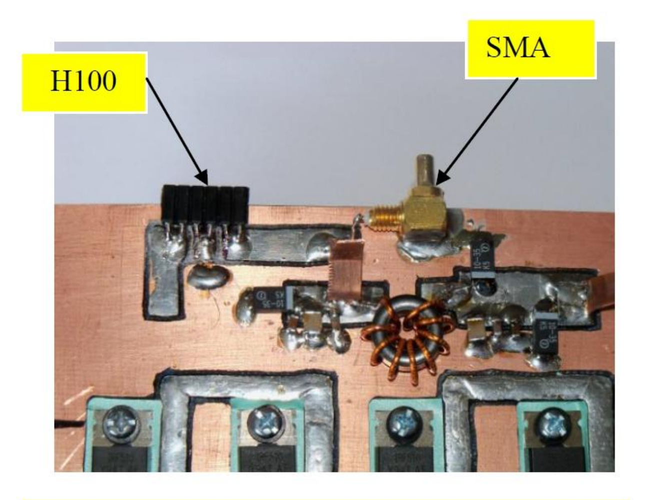
La continuité du Drain au circuit imprimé est assurée par un morceau de feuillard de cuivre en U inversé de 4 à 5 mm de largeur



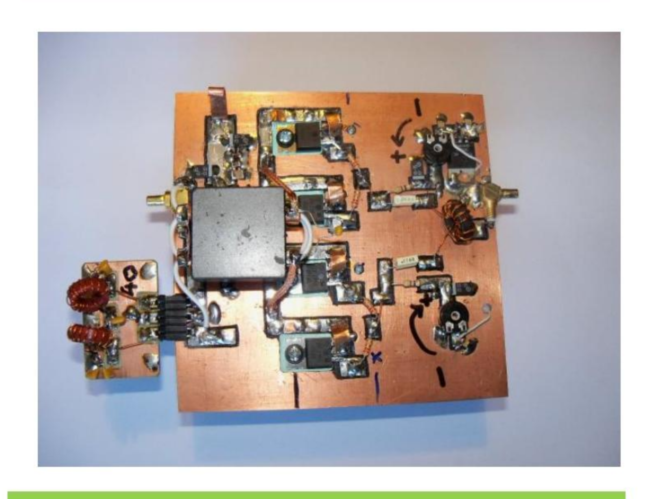
Résistance ajustable P1 et repérage du sens de rotation lors du réglage de la polarisation



Il existe un radiateur de 10 x 10 cm et 3,8 cm d'épaisseur et de 5mm d'épaisseur disponible chez GOTRONIC sur le web

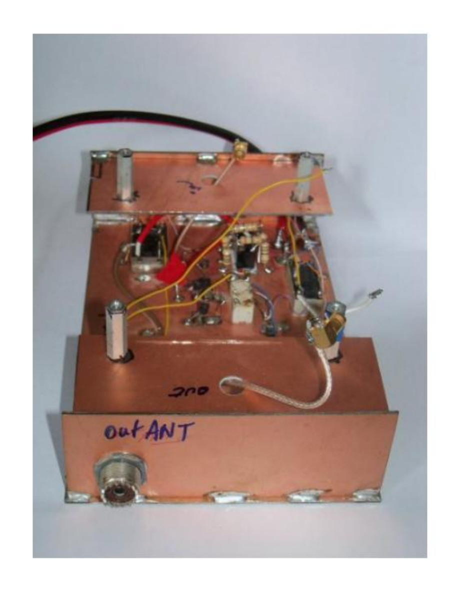


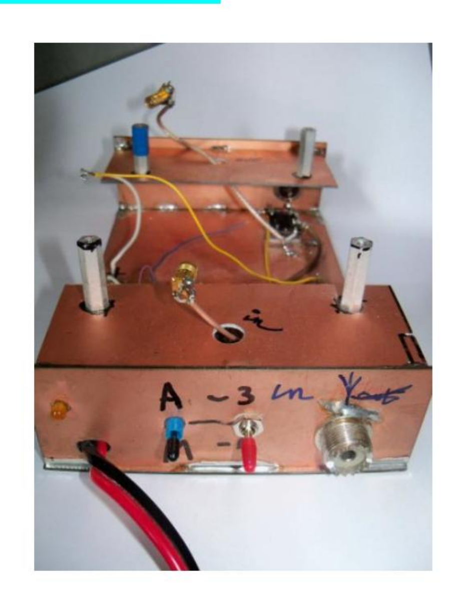
Circuit de sortie du PA à droite sur connecteur SMA à gauche connecteur femelle H100



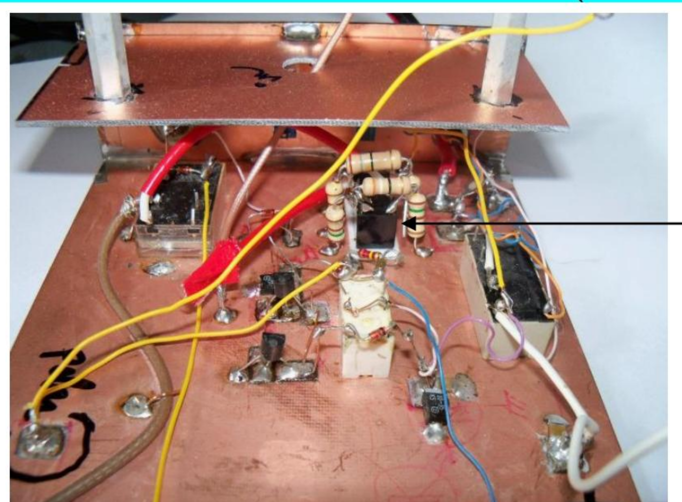
Détail de la disposition du filtre passe-bas enfichable en sortie du PA

COFFRET DE L'AMPLIFICATEUR 11x 19 x 4 cm



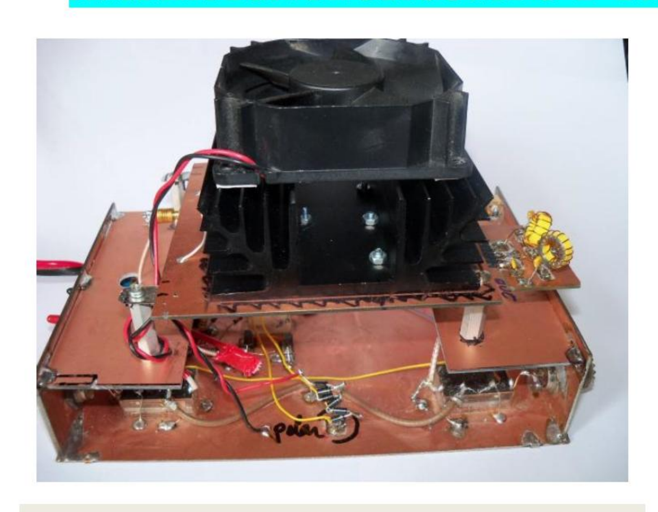


ATTÉNUATEUR Ă RÉSISTANCES (1 à 2 w)



Disposition des résistances atténuateur en périphérie du relais 2 x RT

AMPLIFICATEUR JUMBO-2 FINALISÉ

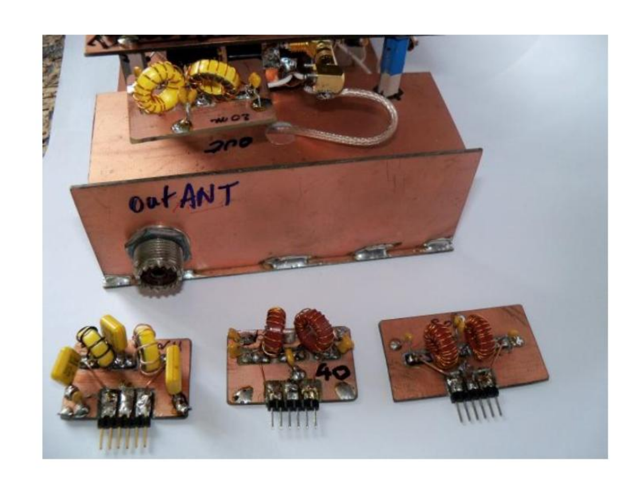


Une soufflerie d'ordinateur en 12V est utile



Vue du filtre passe–bas enfichable





VII-- SCHÉMA GÉNÉRAL (Relais, commandes, commutation)

alimentation 13.8 à 15 V

Relais 5

+13.8 à 15 V PA

Arrêt

Marche

Fus 10 A

ATT -6db

ATT -3db

Relais 1

VOX RF

Relais 4

commande émission

-3dB

-6dB

OUTPUT RF AMPLI

INPUT RF AMPLI

Relais 2

Relais 3

IN RF

OUT RF

DATAS

Relais 1, 2, 3, 4 = relais 12 Volts 1à 2 A 2 RT (FINGER, OMRON)
Sécurité : Relai 5 = Relais 12 V 5 A 1RT, protection contre les inversions de polarisation
IN RF , OUT RF = prise PL de châssis
D2, 3, 4, 5, 6, 7 = 1N4148

SCHEMA GENERAL JUMBO 2

VIII—RÉGLAGES

Vérifications préliminaires

De base l'amplificateur est câblé sur son circuit imprimé avec le radiateur et les connecteurs IN et OUT (SMA ou autre).

- S'assurer qu'entre la borne + 13.8 V côté Drain du PA et masse la résistance mesurée fait entre 500 et 600 Ω
- Alimenter le régulateur 7805 en + 13.8 V (sans alimentation côté Drain) et s'assurer du + 5 Volts
- Positionner un voltmètre entre curseur de P1, P2 et masse et s'assurer de la variation de 0 à 5 volts par rotation de la commande du curseur.

Vérifications et tests de fond

- Brancher une charge fictive 50 Ω et indicateur Wattmètre (aiguille ou digital) et enficher un filtre passe-bas 40 ou 80m.

- Préparer l'alimentation du PA avec un contrôleur universel sensibilité 500 mA disposé en série + des Drains du PA. (PA et P2 sont curseurs à la masse.

- Brancher le + 13.8 V sur le régulateur 7805 rien ne dévie c'est parfait !

- Ajuster P1 (rotation douce) pour un courant de repos de 200 mA et P2 pour un courant de repos de 400mA max (200 + 200 mA).

Le PA est réglé en état de fonctionnement

Tests HF

- Connecter un FT817 ou Flex 1500 à régler sur 0.5 watts HF environ ; tout est branché. Le contrôleur universel en série dans l'alimentation 13.8V, est sur la sensibilité 10 A.

- Générer sur 40 m par exemple un **signal FM** avec le FT817 ou un **Tun** avec le FLEX 1500. Le wattmètre va monter à 15 watts HF, le contrôleur indique 2 Ampères environ.

- Générer maintenant 1 watts HF nous aurons 25 à 30 watts HF et un courant de 4 Ampères.

- Pour terminer excitons avec 2 watts HF, plus de 40 watts HF sont mesurés et l'intensité grimpe à 7 A. En dernier ressort passer à 15 volts ; les 50 watts HF sont atteints, I = 8 A.

- Sur 80m, ce sont presque 60 watts HF et 35/40 watts HF sur 20 m etc..

Pour finaliser, vérifier le bon fonctionnement du VOX HF, émettre avec 4/5 watts HF et se servir des atténuateurs commutables -3, -6 dB pour ajuster le niveau de sortie du P.A.

Note de l'auteur

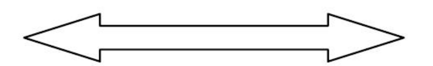
- Dès que le PA dans son boitier est alimenté, les atténuateurs sont actifs en fonctionnement et la puissance de sortie maximum est limitée à 2/2.5 W HF.

CONCLUSION

Le JUMBO- 2 est vraiment low-cost, un peu plus de 80 €uros, nous l'utilisons en permanence sur notre Flex1500 SDR et les QSO se font sans problème. Mais c'est aussi un amplificateur utilisable pour le portable pour donner un peu de pêche à un transceiver QRP.

Un autre article est en préparation avec l'amplificateur STRONG-1 qui utilise des mosfets basse tension les résultats sont étonnants avec des transistors mosfet à 1.50€.

FIN de l'article



F6BCU –BERNARD MOUROT—F8KHM RC de la Ligne bleue
9, rue des sources –88100 REMOMEIX—VOSGES—FRANCE

26 juillet 2012



EDITIONS DE LA LIGNE BLEUE

GRAND EST—88100—France